

DISSERTAÇÃO

MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARCOS SANTOS ZARBATO

FEVEREIRO DE 1998

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

**UMA METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO
PROJETO DE REDES CORPORATIVAS**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Marcos Santos Zarbato

Florianópolis, Fevereiro de 1998

UMA METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE REDES CORPORATIVAS

MARCOS SANTOS ZARBATO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO, ESPECIALMENTE EM REDES DE COMPUTADORES, E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



ORIENTADOR – Paulo José Freitas Filho, Dr. Eng.




COORDENADOR DO CURSO - Jorge Muniz Barreto, D.Sc.

BANCA EXAMINADORA




PRESIDENTE – Paulo José Freitas Filho, Dr. Eng.



Elizabeth Sueli Specialski, M.Sc.



Vitório Bruno Mazzola, Douteur



Maria Marta Leite, M.Sc.

Dedico à minha esposa e filho.

Agradeço à Epagri que patrocinou este trabalho, aos meu pais, aos meu sogros, por todo apoio que recebi, à minha avó Ester e à tia Stella pelo grande apoio, à UFSC por ter proporcionado o curso, aos funcionários docentes e discentes da UFSC, a todos que diretamente ou indiretamente colaboraram com a elaboração deste trabalho e especialmente ao professor Paulo José de Freitas Filho, à professora Elizabeth Spesalski, aos amigos Gilberto Grandi e Neri Eller e à minha amiga Ana Helena Ribas de Almeida.

Índice

Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xii
Glossário	xiii
Resumo	xvi
Abstract.....	xvii
1 - Introdução	1
1.1 - Justificativa	2
1.2 - Objetivo	4
1.3 - Escopo.....	4
1.4 - Estrutura.....	5
2 – Revisão das metodologias existentes.....	6
2.1. - Metodologia e ferramentas de projeto de redes locais.....	6
2.1.1 - Fase de levantamento de informações	7
2.1.2 - Fase de especificação de requisitos	8
2.1.3 - Projeto físico.....	8
2.1.4 - Comentários sobre a metodologia	9
2.2 - Metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3	10
2.2.1 - Análise da instituição	10
2.2.2 - Projeto da rede.....	10
2.2.3 - Comentários sobre a metodologia	11
2.3 – Qualidades desejáveis não apresentadas nas metodologias analisadas.....	11
2.4 – Considerações finais	13
3 - Metodologia	14
3.1 - Análise da instituição.....	16

3.1.1 - Estrutura organizacional da instituição	16
3.1.2 - Plano de negócio	16
3.1.3 - Distribuição geográfica	17
3.1.4 - Informática na instituição	18
3.1.5 - Conclusão	20
3.2 - Projeto lógico da rede	20
3.2.1 - Objetivos a serem alcançados com a implantação da rede	21
3.2.2 - <i>Backbone</i> , Redes e Sub-redes	22
3.2.3 - Servidores corporativos	22
3.2.4 - Segurança da rede	22
3.2.5 - Conclusão	25
3.3 - Projeto físico da rede	25
3.3.1 - Topologia da rede	25
3.3.2 - Meios de transmissão	26
3.3.3 - Equipamentos e <i>softwares</i> de rede	27
3.3.4 - Infra-estrutura da rede	28
3.3.5 - Administração da rede	29
3.3.6 - Diagrama da rede	33
3.3.7 - Orçamento da rede	34
3.3.8 - Conclusão	35
3.4 - Implantação e avaliação	35
3.4.1 - Plano de implantação	36
3.4.2 - Treinamento dos usuários	36
3.4.3 - Divulgação da rede	36
3.4.4 - Avaliação e/ou reavaliação	37
3.4.5 - Conclusão	37

4 - Estudo de caso	38
4.1 - Análise da instituição.....	38
4.1.1 - Estrutura organizacional.....	39
4.1.2 - Plano de negócio.....	41
4.1.3 - Distribuição geográfica	42
4.1.4 - Informática na instituição.....	44
4.2 - Projeto lógico	48
4.2.1 - Objetivo da rede.....	48
4.2.2 - <i>Backbone</i> e redes locais	49
4.2.3 - Servidores.....	49
4.2.4 - Segurança	50
4.3 - Projeto físico	51
4.3.1 - Topologia da rede	51
4.3.2 - Meios de transmissão	52
4.3.3 - Equipamentos e <i>softwares</i> de rede.....	52
4.3.4 - Infra-estrutura da rede.....	53
4.3.5 - Administração da rede	54
4.3.6 - Diagrama da rede.....	55
4.3.7 - Orçamento da rede.....	58
4.4 - Implantação e reavaliação	58
4.4.1 - Plano de implantação	59
4.4.2 - Treinamento dos Usuários.....	60
4.4.3 - Divulgação da rede	61
4.4.4 - Avaliação e reavaliação da rede Epagri.....	61
5 - Considerações finais.....	62
5.1 - Avaliação dos resultados	62

5.2 - Contribuições do trabalho	63
5.3 - Trabalhos futuros.....	64
Anexo 1 - Interconexão de redes.....	66
A1.1 - Repetidores.....	67
A1.2 - <i>Bridges</i> (Pontes)	67
A1.3 - <i>Gateway</i>	68
A1.4 - <i>Hubs</i>	68
A1.5 - <i>Switches</i>	69
A1.6 - <i>Routers</i> (Roteadores)	70
Anexo 2 - Topologias clássicas de redes	72
A2.1 - Estrela.....	72
A2.2 - Anel.....	73
A2.3 - Barramento	73
A2.4 - Árvore	74
A2.5 - Malha (Distribuída ou Irregular)	75
A2.6 - Topologias físicas X Topologias lógicas	76
Anexo 3 - Meios de transmissão	78
A3.1 - Par trançado.....	78
A3.2 - Cabo coaxial	80
A3.3 - Fibra ótica.....	81
A3.4 - Cabeamento estruturado (EIA/TIA-568)	82
Anexo 4 - <i>Software</i> de interconexão	86
A4.1 - Modelo de referência OSI	87
A4.2 - Arquitetura Internet	90
A4.3 - Netware	93
A4.4 - Redes de alta velocidade	95

A4.4.1 - ATM (Assynchronous Transfer Mode).....	97
A4.4.2 - Fast Ethernet.....	101
A4.4.3 - 100VG-AnyLan	102
Bibliografia	103

Índice de figuras

FIGURA 1 - DIAGRAMA GRÁFICO DA METODOLOGIA	15
FIGURA 2 - PROPOSTA DE SÍMBOLOS PARA REPRESENTAR OS EQUIPAMENTOS DE REDE NO DIAGRAMA.	33
FIGURA 3 - EXEMPLO DE DIAGRAMAÇÃO DA REDE.	34
FIGURA 4- ORGANOGRAMA DA EPAGRI.	40
FIGURA 5 - MAPA DO ESTADO DE SANTA CATARINA COM A DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DA EPAGRI.	43
FIGURA 6 - PROPOSTA DE FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO EXISTENTE NA INFORMÁTICA.	44
FIGURA 7 - <i>BACKBONE</i> DA RCT-SC.	46
FIGURA 8 - DIAGRAMA DO <i>BACKBONE</i> REDE CORPORATIVA DA EPAGRI.	55
FIGURA 9 - REDE LOCAL DO CIRAM / CLIMERH / CETRE	56
FIGURA 10 - DIAGRAMA DA REDE LOCAL DO CIRAM NO PRÉDIO 3, COM DOIS PAVIMENTOS.	57
FIGURA 11 - CRONOGRAMA DA REDE CORPORATIVA DA EPAGRI.	59
FIGURA 12 - A TOPOLOGIA FÍSICA DO <i>HUB</i> É UMA ESTRELA E A LÓGICA É EM BARRAMENTO	69
FIGURA 13 - ESQUEMA LÓGICO DO FUNCIONAMENTO DE UM <i>SWITCH</i>	69
FIGURA 14 - ROTEADOR, BRIDGE, GATEWAY E REPETIDOR.	70
FIGURA 15 - TOPOLOGIA DE REDE EM ESTRELA.	72
FIGURA 16 - TOPOLOGIA DE REDE EM ANEL.	73
FIGURA 17 - TOPOLOGIA DE REDE EM BARRAMENTO.	74
FIGURA 18 - TOPOLOGIA DE REDE EM ÁRVORE.	75
FIGURA 19 - TOPOLOGIA DE REDE MALHA OU DISTRIBUÍDA.	75
FIGURA 20 - TOPOLOGIA DE REDE <i>TOKEN-BUS</i>	77
FIGURA 21 - CONECTOR RJ45.	79
FIGURA 22 - CONECTORES BNC E "T".	80
FIGURA 23 - CABEAMENTO ESTRUTURADO.	83
FIGURA 24 - DISTÂNCIAS MÁXIMAS PADRONIZADAS NA EIA/TIA-568.	85
FIGURA 25 - REPRESENTAÇÃO GENÉRICA DAS CAMADAS DE UM <i>SOFTWARE</i> DE REDE.	86
FIGURA 26 - PILHA DAS CAMADAS DA ARQUITETURA INTERNET.	90
FIGURA 27 - COMPARAÇÃO ENTRE AS PILHAS DE PROTOCOLOS INTERNET E NETWARE EM RELAÇÃO À PILHA OSI. ...	95
FIGURA 28 - MODELO DE REFERÊNCIA PARA PROTOCOLOS (ATM).	98
FIGURA 29 - CLASSES DEFINIDAS NA RECOMENDAÇÃO I.362 DO ITU-T.	100

Índice de tabelas

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DE MICROCOMPUTADORES NAS UNIDADES DA EPAGRI.	45
TABELA 2 - TABELA DE EQUIPAMENTOS DE REDE NECESSÁRIOS PARA REDE DA EPAGRI.....	53
TABELA 3 - ORÇAMENTO DA REDE CORPORATIVA EPAGRI.....	58
TABELA 4 - CATEGORIAS DE FIAÇÃO DE PAR TRANÇADO NÃO BLINDADO	79
TABELA 5 - CAMADAS OSI	86
TABELA 6 - CAMADAS DOS PLANOS DE USUÁRIO E DE CONTROLE E RESUMO DAS SUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES	99

Glossário

ASCII (American Standard Code for Information Interchange) - Alfabeto de dados, principalmente usado em equipamentos compatíveis IBM PC e nos equipamentos UNIX.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) - Rede de transporte baseada em células de 53 Bytes.

Backbone - Espinha dorsal da rede, linhas mestres da rede.

BNC - Conector para cabo coaxial.

Bridges (pontes) - Equipamento para interconexão de redes que opera no nível dois do modelo OSI, isola tráfego. Ver no capítulo 3.

Buffer - Memória temporária que compensa a velocidade de transmissão e a de processamento.

Byte - Grupo de oito bit's.

Cell Relay - Técnica de comutação de dados baseada em células. Tem-se como exemplo o ATM.

C/S - Cliente/Servidor.

CAD (Computer Aided Design) - Software para fazer projeto auxiliado por computador.

CAM (Computer Aided Manufacturing) - Software para fazer manufatura auxiliado por computador.

CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) - Organização de padronização em telefonia, atualmente denominada de ITU-T.

Controle de acesso ao meio - Regra que ordena o acesso das estações ao meio de transmissão compartilhado.

Crosstalk - Interferência eletromagnética em uma fiação de outra adjacente.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) - Método de acesso ao meio usado em redes em barramento.

DAT (Digital Audio Tape) - Fita magnética usada para armazenamento de dados em massa.

Disk mirroring - Técnica de espelhamento de um disco rígido em outro na mesma placa controladora; em caso de falha, o disco espelhado, assume suas funções. Usado em sistemas tolerantes a falhas.

Disk duplexing - Técnica de duplicação de um disco rígido em outro disco com outra placa controladora; em caso de falha, o disco duplicado, assume suas funções. Usado em sistemas tolerantes a falhas.

- EBCDIC** (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*) - Alfabeto de dados usado nos equipamentos de grande porte da IBM.
- EIA** (*Electronic Industry Association*) - Associação das Indústrias Eletrônicas.
- EIA/TIA-568** - Padrão de cabeamento estruturado elaborado pela EIA. Ver capítulo 4.
- Ethernet** - Interface de rede nível físico implementando CSMA/CD, desenvolvido pela Xerox e amplamente utilizado para redes locais
- Fast SCSI** - Ver SCSI.
- FDDI** (*Fiber Distributed Data Interface*) - Uma implementação de rede em anel sobre fibra ótica. Desenvolvida pelo comitê X3T9.5 da ANSI e depois adotada pela ISO. Trabalha com redundância.
- Gateways** (portões) - Equipamento para interconexão de redes que pode operar no nível 4, 5, 6 ou 7 do modelo OSI. Ver capítulo 3.
- Hipertexto** - Texto com palavras-chave, grifadas, as quais ao serem invocadas mostram outro texto.
- Hubs** (concentradores) - Equipamento para interconexão de redes, que opera no nível 1 do modelo OSI. Ver capítulo 3.
- IETF** (*Internet Engineering Task Force*)- Força de trabalho responsável pela padronização na Arquitetura Internet.
- Internet** - Rede de alcance mundial formada pela interligação de redes.
- IPX/SPX** - Pilha de protocolos usada no Netware.
- ISO** (*International Organization for Standardization*) - Organização internacional que elabora padrões.
- ITU-T** (*International Telecommunications Union*) - Organização de padronização em telefonia. Antiga CCITT.
- KA9Q** - Sistema operacional de rede de domínio público.
- LAN** (*Local Area Network*) - Rede local.
- Linux** - Sistema operacional Unix para computadores compatíveis com IBM PC de domínio público.
- MAN** (*Metropolitan Area Network*) - Rede metropolitana. Rede com alcance de até 100 quilômetros.
- Mbps** - Mega bits por segundo.

MODEM (Modulador/Demodulador) - Equipamento que modula sinais digitais em linhas telefônicas e vice-versa.

OSI (*Open Systems Interconnection*) - Padrão de arquitetura de rede.

Protocolos - Regras e procedimentos para comunicação.

RJ45 - Conector utilizado em cabos de par trançado.

Routers (Roteadores) - Equipamento para interconexão de redes que operam no nível 3 do modelo OSI. Ver capítulo 3.

SCSI (*Small Computer Interface*) - Interface controladora de dispositivos de armazenamento em massa com alta taxa de transferência.

SNA (*System Network Architecture*) - Nome da arquitetura de protocolos de rede da IBM.

STM-400 - Serviço de correio eletrônico fornecido pela Embratel, baseado na norma X.400 da CCITT.

STP (*Shielded Twisted Pair*) - Cabos de par trançado blindado.

Switches (comutadores) - Equipamento para interconexão de redes que assim como as *bridges* opera no nível 2 do modelo OSI. Ver capítulo 3.

TCP/IP - Protocolos usados na arquitetura Internet.

TOKEN-BUS - Método de acesso que implementa uma rede em anel em um barramento.

TOKEN-RING - Método de acesso para redes em anel.

UTP (*Unshielded Twisted Pair*) - Par trançado não blindado.

VLAN (*Virtual Local Area Network*) - Rede local virtual.

WAN (*Wide Area Network*) - Rede de longa distância.

WWW (*World Wide Web*) - Aplicação C/S para consulta de dados na Internet com interface gráfica que funciona em hipertexto.

X.25 - Padronização da ITU-T equivalente à camada 3 da pilha OSI.

Resumo

A evolução tecnológica imposta pela tecnologia da informação, a necessidade de compartilhar recursos e a conseqüente diminuição dos custos dos computadores, junto com a globalização das informações, tornaram cada vez mais atraente a distribuição do poder computacional em módulos processadores localizados em diversos pontos de uma organização. A necessidade de interconexão desses módulos, de forma a permitir o compartilhamento de seus recursos, criou o ambiente propício para o desenvolvimento das redes corporativas.

As dificuldades para integrar estes módulos em uma rede podem ser atenuadas pela utilização da metodologia proposta. Esta metodologia é composta de quatro etapas: análise da instituição onde a rede deve ser implantada, projeto físico, projeto lógico e implantação e reavaliação da rede.

São apresentadas também algumas considerações de segurança e administração da rede, além de conceitos básicos de redes, como equipamentos para interconexão de redes, topologias clássicas, meios de transmissão e *softwares* de redes.

Abstract

The information technology evolution, the increasing needs to share the available resources, the globalization of information, and the decrease in cost of computers brought the existence of local processing units in several points of an organization. It became necessary to interconnect these local processing units to allow a better sharing of resources, creating then what is called corporate network.

This work presents a methodology to define the components of a computer network which will help to minimize the difficulties in integrating local processing units into a network. The methodology is composed of four steps: analysis of the institution where the network will be implemented, physical design, logical design and implementation and the network reevaluation.

It is also presented some considerations about security and administration of computer networks and, equipment and softwares for interconnecting network

1 - Introdução

A partir da década de 70 houve uma mudança do paradigma industrial para o paradigma tecnológico. Desde então, e paulatinamente, acontece um processo de substituição. Algumas funções antes exercidas exclusivamente pelos homens, passaram a ser exercidas pelas máquinas com o uso dos computadores, ao CAD/CAM. O novo paradigma propõe e impõe uma sociedade informatizada e automatizada, baseada nos avanços tecnológicos da microeletrônica e da computação.

Os recursos das tecnologias de informação são significativamente dispendiosos para serem desperdiçados; sendo assim, buscou-se o compartilhamento de recursos tais como: impressoras, espaço em discos, fax, *scanners*, *plotters*, *softwares*, informações e outros. Esta solução foi viabilizada com a construção de redes de computadores, que é constituída por um meio de transmissão, controle de acesso ao meio de transmissão e *software* de comunicação. Este conjunto forma o *layout* da interconexão dos computadores, que constitui a topologia da rede.

Em uma sociedade capitalista, formada por organizações competitivas, os recursos da informática são, hoje, fundamentais, para não dizer imprescindíveis. Nos últimos tempos, as redes de computadores foram assumindo um papel vital dentro das empresas, possibilitando a rápida disseminação e obtenção de informações para que elas consigam um diferencial competitivo em um mercado cada vez mais globalizado.

Grandes e pequenas empresas buscam, com a implantação de redes, uma forma de agilizar a tomada de decisões. Segundo Owen [Owen1994], *“as empresas que ainda não possuem uma rede corporativa, certamente estão (ou deveriam estar) planejando a sua implantação, pois correm o risco de perder seu espaço no mercado, já que nos tempos atuais é mais importante ser uma empresa ágil e flexível do que ser uma empresa grande e forte, porém lenta na tomada de decisões.”* Estas redes podem estar confinadas em um único ambiente ou se estender por continentes.

1.1 - Justificativa

Como em tudo o que está ligado à área de tecnologia da informação, também em redes de computadores a dinâmica é muito alta. Com isso, surgem muitas alternativas para se montar uma rede, além de problemas de integração e interoperabilidade, pois existem várias tecnologias, protocolos e plataformas. Com esta vasta gama de escolhas e pela rapidez com que surgem novos produtos, fica muito difícil para o profissional manter-se atualizado, afora as dificuldades do processo de projeto e implantação das redes corporativas. A falta de conhecimento em qualquer área afetará a efetividade e obscurecerá a qualidade da decisão sobre os serviços da rede [Owen1994].

O desenvolvimento de uma rede corporativa para a Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A) é uma necessidade, visto tratar-se de uma empresa geradora de informação, que por sua vez também é grande consumidora. Tem carência de instrumentos facilitadores para beneficiar-se dos recursos oferecidos pelas redes internacionais de comunicação de dados, assim como para comunicação entre as suas unidades espalhadas pelo estado. Não foi encontrada uma metodologia para o desenvolvimento de uma rede deste porte (WAN - *Wide Area Network*) que englobasse áreas importantes para uma rede corporativa, como a área de segurança.

Para contornar esses problemas, pode-se contratar uma consultoria, que algumas vezes vende a solução inteira e de um só fabricante. Apesar de resolver o problema, não se pode ter certeza de que seja a melhor solução.

O projeto e a implantação de uma rede de computadores em qualquer empresa é um processo que envolve opções estratégicas de *hardware*, *software*, conectividade e integração, requisitos de pessoal, necessidade de manutenção e suporte, controle de custos e, fundamentalmente, uma política global de desenvolvimento de projeto. Tecnicamente, o projeto, a instalação e a operação de uma rede de computadores não são intuitivamente óbvios.

Em instituições que já têm experiência em informática, não será difícil constatar que esta esteja concentrada em um CPD (Centro de Processamento de Dados), ocasionando um distanciamento da informática em relação aos profissionais da empresa. Isso acaba causando

um grande problema de cultura de informática e é comum encontrar-se pessoas resistentes à implantação de uma rede de computadores. Quando isto ocorre, é interessante que essas pessoas participem do levantamento de dados e que validem a análise para dar respaldo e quebrar barreiras.

Outro problema freqüente é a falta de recursos financeiros para o projeto e implantação da rede, principalmente em empresas estatais, onde não se pode contratar pessoal e algumas vezes não existem recursos próprios. Porém, percebe-se que na maioria das empresas os projetos e planos de implantação são falhos ou até inexistentes. Desta forma, a rede cresce desordenadamente, sem garantia de atender com eficiência aos novos usuários, serviços e sub-redes departamentais. A integração futura destes, seja para melhorar a qualidade dos produtos e serviços, seja por imposição do mercado, na maioria das vezes não é trivial, principalmente por causa da falta de planejamento, podendo implicar a perda de investimentos.

A falta de planejamento da rede pode levar ao uso inadequado dos recursos e à má alocação financeira, provocada, por exemplo, pela escolha errada de tecnologias e produtos.

Quanto ao quesito do profissional, este deve ter o domínio de conceitos e tecnologias atuais e emergentes. Segundo Stringari [Stringari1995], o projetista precisa estar constantemente se atualizando sobre novas tecnologias, novos padrões e tendências que estão se estabelecendo no mercado. Para isto, o ele deve ser um profissional com participação ativa em treinamentos, congressos e eventos que envolvam estas tecnologias, bem como em leituras técnicas. Ele será o responsável pelo desenvolvimento do projeto da rede e deve levar em consideração a escolha dos componentes apropriados. Informações sobre os *hardwares* de interconexão podem ser encontradas no Anexo 1.

Estes motivos levaram ao desenvolvimento de uma metodologia para redes corporativas que tenha abrangência WAN, leve em conta os processos empresariais e desenvolva uma rede segura contra ataques.

1.2 - Objetivo

Levando em consideração os motivos expostos vê-se a necessidade de uma metodologia que auxilie o profissional a desenvolver de forma sistemática um projeto de rede por etapas, considerando as características peculiares da empresa, contemplando todas as necessidades e tendo como resultado uma documentação compatível com o projeto realizado.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de o desenvolvimento de projeto de redes corporativas, auxiliando os projetistas na escolha dos componentes que melhor se adaptam à sua necessidade.

Esta metodologia deve contemplar análise da instituição, projeto lógico, projeto físico e abordar como deve ser a rede implantada. Deve ter enfoque em segurança, gerência, cronograma de implantação e estipular prazos para reavaliação.

Esta metodologia poderá também servir para respaldar os profissionais da área na escolha da melhor solução, quando for contratado projeto de rede de empresas especializadas.

1.3 - Escopo

Com base nas necessidades e problemas levantados no item anterior, propõe-se uma metodologia para projeto de redes corporativas. Segundo Holanda [Holanda1975], uma definição para corporação ou empresa é “organização particular, governamental ou de economia mista que produz e/ou oferece bens ou serviços”. A abrangência desta empresa pode ser regional, estadual ou nacional. Quando uma rede interliga diversos ambientes de uma corporação, ela é denominada “rede corporativa”.

Para efeito deste trabalho, considerou-se que uma corporação tem abrangência estadual quando tenha um porte que apresenta necessidades de comunicação em termos de redes locais (LANs) e também de longa distância (WAN).

As redes locais devem ser implantadas nas filiais (unidades) e devem ser interligadas com recursos de rede de longa distância. Também pode existir a possibilidade da instalação de redes metropolitanas (MAN) em algumas localidades onde existe mais de uma unidade.

1.4 - Estrutura

Este trabalho é composto de cinco capítulos incluindo este. No capítulo dois, faz-se uma revisão bibliográfica de metodologias encontradas durante o estudo para este trabalho. Revisa-se o conteúdo das metodologias, fazem-se comentários sobre elas e as qualidades desejadas que não apresentam.

O capítulo três descreve a metodologia proposta para o desenvolvimento de projeto de redes corporativas. Esta é composta de quatro etapas: análise da instituição, projeto lógico, projeto físico e implantação e reavaliação.

No capítulo quatro a metodologia é aplicada em um estudo de caso. Faz-se um projeto de rede corporativa para a Epagri. Este estudo serve como modelo de aplicação para a metodologia.

No capítulo cinco são avaliadas as contribuições são dadas sugestões para trabalhos futuros de modo a garantir a continuidade do trabalho.

Além disso, o trabalho apresenta anexos com revisão dos conceitos, vantagens e desvantagens sobre as principais topologias de redes, de interconexão de redes, os meios de transmissão mais utilizados, *softwares* para interconexão, buscando exemplificar os conceitos apresentados.

2 – Revisão das metodologias existentes

Durante o estudo para a realização deste trabalho foram identificadas várias fontes bibliográficas que enfocavam este assunto, como o livro “Guia de conectividade”, de Derfler [Derfler1996], que não chega a ser uma metodologia; a tese de doutorado “Metodologias e ferramentas de projeto de redes locais”, de Carvalho [Carvalho1995], e a dissertação de mestrado “Metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3”, de Stringari [Stringari1995], resumidas a seguir.

2.1. - Metodologia e ferramentas de projeto de redes locais

Conforme Carvalho [Carvalho1995], esta metodologia parte de uma premissa básica para o desenvolvimento de um projeto de rede corporativa, a de que se devem considerar as suas necessidades atuais e as tendências de evolução do seu ambiente de informática.

A autora diz que se devem identificar as características, necessidades atuais e tendências de evolução do ambiente de informática para determinar os requisitos a serem suportados pelo ambiente de rede a projetar, obtendo-se a especificação dos requisitos do projeto em questão.

Esta especificação serve como ponto de partida para o desenvolvimento do projeto físico e lógico do ambiente de rede. Dentro deste contexto, a metodologia identifica quatro fases básicas:

- levantamento de informações: resume as características, necessidades atuais e as tendências de evolução;
- especificação dos requisitos: define a topologia do ambiente de rede e os requisitos de projeto;
- projeto físico: efetua o projeto de infra-estrutura de cabeamento da rede e a especificação de sua configuração física, isto é, os equipamentos de redes que devem ser empregados;

- projeto lógico: *“engloba a definição da configuração lógica da rede e sua infraestrutura de gerenciamento e segurança. Estes três módulos são independentes e podem, até certo ponto, serem desenvolvidos simultaneamente.”* [Carvalho1995]

O escopo do trabalho proposto pela autora engloba as fases de levantamento de informações, especificação dos requisitos e projeto físico. “A fase relativa ao projeto lógico não é abordada, embora se tenha a preocupação de levantar, nas fases que a precedem, todas as informações necessárias à sua execução.”

Descreve-se a seguir as três fases incluídas nesta metodologia.

2.1.1 - Fase de levantamento de informações

Esta fase é composta de três etapas. A primeira é o levantamento das características do ambiente atual de informática. Nesta etapa a autora especifica que deve-se buscar informações sobre as características do ambiente operacional e do ambiente de informática e rede.

As características do ambiente operacional a serem obtidas são a estrutura organizacional e seus inter-relacionamentos, caracterização do ambiente (escritório, fábrica, banco, ...), instalações físicas, instalações elétricas e caracterização de usuários.

As características de informática e rede que devem ser levantadas são infra-estrutura computacional, configuração física do ambiente de rede, caracterização dos equipamentos de interconexão, infra-estrutura de distribuição de cabeamento intra e inter-prédios, plataforma de *softwares* adotados, configuração lógica da rede, interface homem-máquina, modo de operação, qualidade do serviço prestado, infra-estrutura de gerenciamento, infra-estrutura de segurança e ligações remotas.

A segunda é o levantamento das necessidades atuais e tendências de evolução deste ambiente. Esta etapa deve ser realizada para garantir que o projeto atenda às necessidades atuais e as tendências de evolução do ambiente atual de informática de modo a garantir que seu ciclo de vida amortize os investimentos realizados.

De modo geral, devem ser levantadas informações referentes a qualidade de serviço, escalabilidade, caracterização das estações e dos recursos de entrada e saída, identificação dos grupos de estações de devem interagir mais entre si, plataforma de *software* a ser adotado,

caracterização dos serviços de rede de propósito geral a serem oferecidos, grau de conectividade desejado entre os diversos ambientes de informática e de redes existentes, caracterização de interface homem-máquina, caracterização do sistema de gerenciamento a ser implantado, caracterização do sistema de segurança e comunicação remota.

A terceira é a análise das informações coletadas. A análise das informações obtidas sobre as características do ambiente de informática, suas necessidades e tendências de evolução são o objetivo desta etapa. Isto permite verificar se há informações conflitantes ou faltantes (nestes casos deve-se voltar a entrevistar funcionários para averiguação do correto) e a elaboração de um documento.

2.1.2 - Fase de especificação de requisitos

Esta fase engloba a especificação da topologia geral da rede como sub-redes, *workgroups* e redes *backbone*, além de outros. São definidos dois tipos de requisitos: alguns, funcionais, relacionados com características absolutas ou funções como suporte à transmissão integrada de voz, imagens e dados; e outros, quantitativos, correspondentes a atributos quantificáveis como taxa de transmissão de uma rede.

As características e necessidades para a especificação da topologia de rede e dos requisitos do projeto podem ser algo como ambiente, infra-estrutura computacional, modo de operação, ferramentas de *softwares*, serviços de rede, interface homem-máquina, qualidade de serviço (disponibilidade, confiabilidade e desempenho), escalabilidade, comunicação inter-redes, conectividade dos ambientes, gerenciabilidade e serviços de segurança.

2.1.3 - Projeto físico

Para a autora, o projeto físico engloba infra-estrutura de cabeamento, topologia, tecnologias e equipamentos de redes a serem empregados na rede. Devem-se utilizar aqui os resultados obtidos nas fases anteriores.

O projeto de cabeamento estruturado pode envolver um campus com vários prédios, sendo constituído de projeto de cabeamento do campus e projeto de cabeamento dos prédios.

Este é subdividido em projeto do sistema horizontal e projeto do sistema vertical, de acordo com as normas de padronização EIA/TIA 568, EIA/TIA 569 e ISO11801.

O projeto de cabeamento estruturado deve ser executado com o levantamento de informações complementares (como *layout* dos prédios, *layout* das salas, instalação elétrica, infra-estrutura de telecomunicações e posicionamento dos quadros de telefonia) e o projeto propriamente dito.

Como características básicas, são conhecidas a identificação, a configuração e a localização das estações, assim como estas devem estar interconectadas em grupos de trabalhos já identificados, e redes *backbone*.

Como requisitos relevantes para essa etapa devem ser considerados as aplicações e os parâmetros de qualidade de serviço para cada sub-rede, além das restrições tecnológicas (como *Ethernet*, *Fast Ethernet*, FDDI, ATM, Fibra ótica, par trançado, coaxial, ...), custos e preços.

Para realizar a seleção dos equipamentos, a autora pondera que é necessário conhecer a topologia geral da rede, a tecnologia, a configuração e os requisitos especificados para cada uma das sub-redes e os tipos de elementos usados para interconexão (repetidor, ponte ou roteador). Os requisitos mais relevantes a serem considerados nos equipamentos são gerenciamento, confiabilidade, disponibilidade (dualidade de fontes) e expansibilidade.

2.1.4 - Comentários sobre a metodologia

A “Metodologia e ferramentas de projeto de redes locais” de Carvalho [Carvalho1995] é para redes locais.

O escopo da rede local nesta metodologia pode envolver um campus com vários prédios. Além disso, como a própria autora referencia, “a fase relativa ao projeto lógico não é abordada” [Carvalho1995]. A abordagem da segurança também é muito superficial.

2.2 - Metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3

Segundo Stringari [Stringari1995] o trabalho intitulado “Metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3” possui como objetivo básico orientar os projetistas destas redes.

Conforme Tarouco [Tarouco1992], existe uma tendência internacional em organizar as redes de computadores acadêmicas em três grandes níveis: *backbone* nacional, redes regionais (como metropolitanas ou estaduais) e redes internas nos campi, sendo esta o objetivo da metodologia de Stringari.

O autor desenvolveu a metodologia em duas etapas: análise da instituição e projeto da rede.

2.2.1 - Análise da instituição

Na análise da instituição, Stringari define que o projetista deve estudar o conhecimento global do funcionamento da universidade para a qual irá ser desenvolvido o projeto.

Para isso devem-se analisar a estrutura organizacional, a distribuição geográfica dos campi e a informática na instituição; esta de ser vista sob a ótica da situação atual e das necessidades e expectativas de informática.

2.2.2 - Projeto da rede

O projeto da rede é subdividido em duas fases: projeto lógico e projeto físico. O projeto lógico consiste na definição de objetivos com a implantação da rede e em considerações no projeto lógico (aplicações que estarão disponíveis na rede, nas sub-redes, nos servidores e na segurança da rede)

Após definido o projeto lógico, parte-se para o projeto físico, que determinará como implementar as necessidades definidas na etapa anterior.

O projeto físico consiste na identificação, e definição da topologia da rede, dos meios de transmissão, dos equipamentos de rede, da infra-estrutura para a rede, da administração da rede, do diagrama da rede, do orçamento, alternativas ao projeto, treinamento e divulgação da rede.

2.2.3 - Comentários sobre a metodologia

A “Metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3”, devido ao fato ter sido desenvolvida para redes acadêmicas, não dá margem para a amplitude de planos de negócio que as empresas precisam. Os objetivos das empresas variam muito de uma para outra; já as universidades têm como principais objetivos o ensino e a pesquisa. Além disso, a metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3 de Stringari [Stringari1995] não discute amplamente a segurança de rede.

Esta metodologia propõe ao projetista o desenvolvimento de projetos alternativos, que exigirão tempo para sem desenvolvimento.

2.3 – Qualidades desejáveis não apresentadas nas metodologias analisadas

O projeto de implantação de uma rede corporativa deve contemplar um estudo cuidadoso sobre os diversos ambientes a serem interligados. Em cada um deles e no seu conjunto, devem ser analisados aspectos como:

- tipos de meios de transmissão a serem utilizados, forma de organização do cabeamento e interligação dos equipamentos;
- *software* de comunicação de acordo com as aplicações, que devem ser tanto técnica como operacionalmente possíveis;
- interconexão destas sub-redes (ambientes);
- segurança da rede;

- escalabilidade;
- financeiro;
- futuro (previsão de novos produtos e serviços);
- gerência da rede.

A fim de suportar todas ou a maioria das exigências de longo prazo dos clientes, uma rede necessita de flexibilidade para adaptar-se rapidamente à mudanças de padrões de tráfego, como aumentar as funções ou aplicações suportadas. O planejador da rede deve garantir a flexibilidade, de maneira consistente, em todas as fases do plano da rede para garantir a necessária adaptabilidade. Da mesma forma, a abordagem de segurança no sistema deve ser flexível, proporcionando facilidade na utilização; porém, rígida o bastante para tornar difícil o acesso a pessoas não autorizadas, garantindo a segurança da rede.

É desejável que o planejamento para uma nova rede ou uma abordagem completamente nova na rede instalada considere o investimento em dinheiro, tempo e pessoas. Em qualquer caso, o custo da rede deve ser conhecido e, na medida do possível, previsto. Também a facilidade de modificação da rede afeta diretamente o valor desta para a organização, ou seja, o projetista deve ter em mente que a rede tenha “habilidades” como: flexibilidade, escalabilidade, confiabilidade, interoperabilidade e disponibilidade [Owen1994].

É desejável que o projetista desenvolva um projeto lógico para ter uma melhor idéia sobre a rede. O projeto lógico busca a definição do objetivo, o desenho do *backbone*, quantos servidores serão necessários e o nível de segurança; desta forma, ele terá definido um rumo para o desenvolvimento do projeto da rede.

O aspecto segurança é um fator preponderante em redes corporativas. Sem ela, a qual a rede estaria vulnerável ao acesso de pessoas não autorizadas. Dependendo do tipo de negócio da empresa, o aspecto segurança será mais ou menos importante. Portanto, a análise do negócio e dos processos da empresa é essencial para o desenvolvimento do projeto de rede corporativa.

2.4 – Considerações finais

Diante dos motivos acima expostos, esta proposta de metodologia introduz benefícios não contemplados nas outras metodologias, como:

- projeto lógico e uma etapa dedicada à implantação e à reavaliação da rede;
- o estudo de processos empresariais e planos de negócios, já que se destina a redes corporativas;
- adequação à implantação de redes locais, metropolitanas e de longa distância;
- itens de segurança de rede, esquematizando dispositivos, serviços e mecanismos de segurança;
- itens de gerência de rede;
- instrumentos que auxiliam o planejador da rede a efetuar uma análise do custo x benefício.

3 - Metodologia

A metodologia proposta visa auxiliar o projetista de redes de computadores no desenvolvimento de projetos de redes corporativas.

Levando em consideração a experiência na área e com base em alguns estudos de casos, identificam-se quatro etapas a serem seguidas pelo projetista: análise da instituição, projeto lógico da rede, projeto físico da rede e implantação e reavaliação da rede.

Na etapa de análise da instituição, devem ser considerados os aspectos referentes à estrutura organizacional da instituição, o plano de negócio, a distribuição geográfica dos departamentos que deverão ser integrados e o estágio em que se encontra a informática na instituição.

O projeto lógico da rede deve contemplar a identificação dos objetivos que norteiam a implantação da rede, as aplicações que estarão disponíveis na rede, a necessidade de segmentação da rede em termos de *backbone* e sub-redes, os tipos e quantidade de servidores a serem instalados na corporação e a política de segurança a adotar para a proteção das informações contidas na rede.

O projeto físico considera aspectos relativos à topologia da rede, os meios de transmissão necessários, os equipamentos e *softwares* de rede. Nesta fase, deve ser completamente definida a infra-estrutura da rede, sua forma de administração, diagrama e orçamento.

A fase de implantação e reavaliação consiste no plano de implantação, treinamento dos usuários, divulgação da rede e fixação de um prazo para reavaliação da rede.

Cabe ainda ressaltar que, sob alguns aspectos, o projeto físico e o projeto lógico da rede podem ser desenvolvidos concomitantemente.

Para se ter uma melhor visão da metodologia proposta, apresenta-se um esquema da metodologia na figura 1.

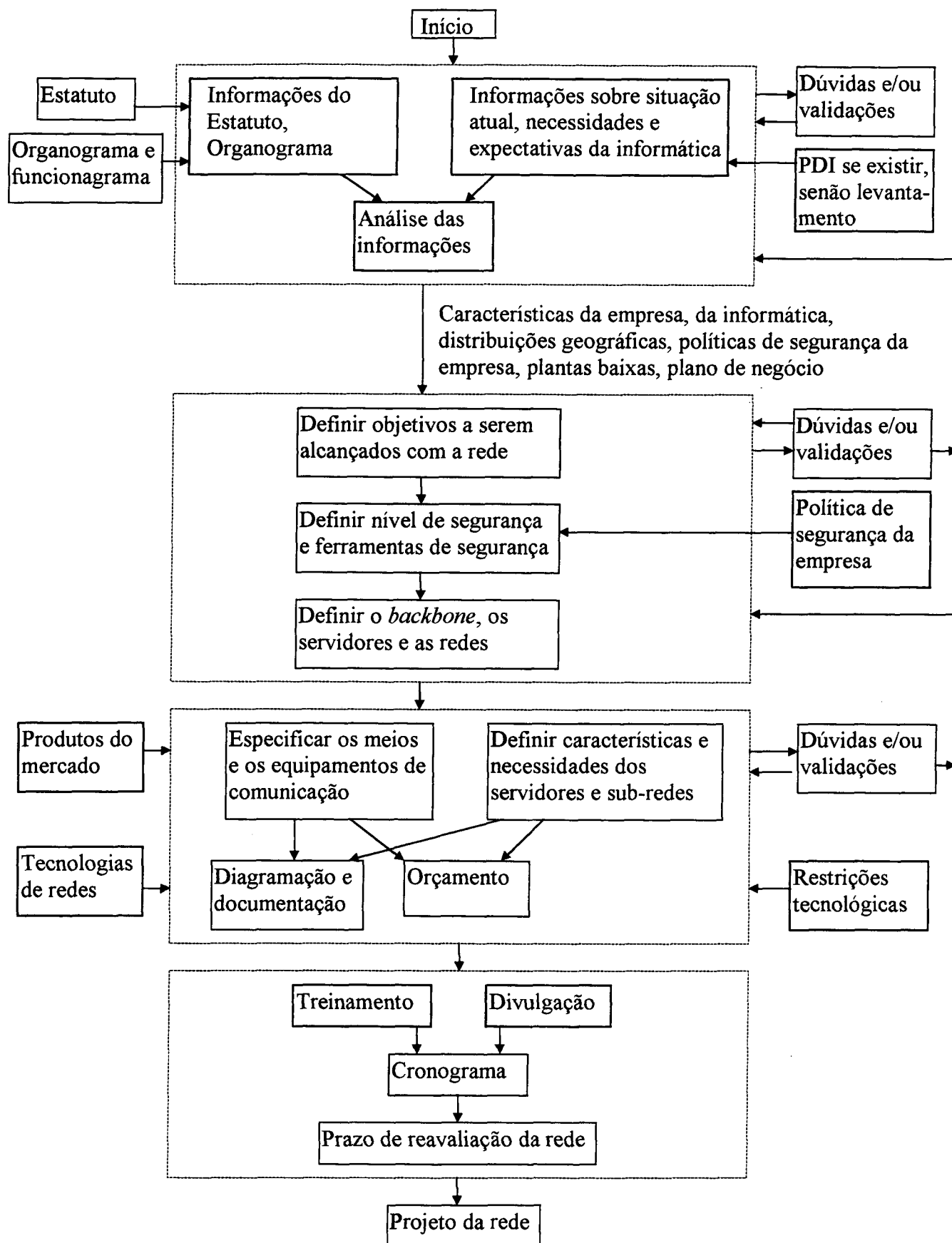


Figura 1 - Diagrama gráfico da metodologia

3.1 - Análise da instituição

O projetista deve estudar a estrutura organizacional da instituição na qual será desenvolvido o projeto de rede. Deve-se fazer um levantamento da distribuição geográfica e da informática na instituição, apresentando a situação atual, as necessidades da empresa e as expectativas.

3.1.1 - Estrutura organizacional da instituição

Nesta fase, deve-se conhecer bem a empresa. Através do organograma da instituição, o projetista poderá localizar cada uma das filiais (unidades) existentes e o relacionamento entre eles. Tais informações são importantes para que seja respeitada a hierarquia existente na instituição. O projetista relacionará o nome das pessoas que respondem por cada unidade e, se possível, deverá conhecê-las para que, quando necessário, saiba com quem obter a devida autorização para poder desenvolver o seu trabalho nas unidades [Stringari1995].

Além do organograma, o estatuto ou o regimento interno da instituição pode ser fonte importante de informações que precisam ser conhecidas pelo projetista, a fim de identificar as atribuições de cada unidade. Estas informações permitirão que, na próxima etapa desta metodologia, seja possível definir um relacionamento bem mais consistente entre as funções das diversas unidades da instituição.

3.1.2 - Plano de negócio

O ambiente empresarial atual é caracterizado por rápidas mudanças estruturais. É também tremendamente competitivo. Os ciclos dos produtos foram reduzidos, a padronização dos produtos é tão comum quanto os próprios produtos e muitas empresas concorrem pelos mesmos mercados, visto que a concorrência global continua a aumentar[Howitz1991].

Para que a rede tenha a flexibilidade demandada pela exposição acima para a empresa, é importante o projetista ter pelo menos uma visão dos seus principais processos empresariais.

Entende-se por processo empresarial o conjunto de ações coordenadas que resulta no, final, em produto ou serviço. Esses processos macro podem ser decompostos em outros menores até a ação em si resultante no produto ou serviço.

Para o projetista, é importante uma visão dos processos macro, para um melhor direcionamento e comprometimento da rede com o negócio da empresa.

A rede tem que ser tão ágil para a empresa, quanto a empresa tem que ser para o mercado.

A análise deste item pode assegurar para a rede a flexibilidade que os negócios exigem. As oportunidades de novos negócios exigem novas aplicações, que por sua vez necessitam do suporte da rede. Uma rede bem planejada pode assegurar o atendimento às novas exigências e suportar novos direcionamentos. A rede corporativa é um recurso estratégico e com ela pode-se obter vantagem competitiva.

3.1.3 - Distribuição geográfica

Deve-se fazer um levantamento e mapeamento da localização física das filiais. Mapeando a localização das filiais, tem-se uma melhor visualização de sua distribuição geográfica.

O *layout* das edificações das filiais, assim como as distribuições e a distância entre as edificações em uma única filial, são informações importantes para o projeto, pois podem definir o *layout* da rede local e as tecnologias a serem adotadas, como fibra ótica para interligação de edificações. Mais informações sobre cabeamento no Anexo 3.

O projetista deve ter conhecimento da existência de infra-estrutura de “dutos” para a passagem de cabos. Em muitos casos a disponibilidade de “dutos” pode significar uma economia de investimentos na implantação física da rede a ser projetada, como canaletas, eletrodutos e obras civis. O mesmo se aplica às instalações elétricas e à rede telefônica disponível na unidade. Os “dutos” da rede telefônica podem, eventualmente, ser compartilhados com a rede de computadores.

3.1.4 - Informática na instituição

A análise da informática na instituição é subdividida, nesta metodologia, em dois levantamentos: primeiro, análise da situação atual da informática e, segundo, as necessidades e expectativas dos usuários. As necessidades e expectativas de informática devem ser obtidas prioritariamente no planejamento estratégico ou planejamento de informática.

Embora distintos quanto aos objetivos das informações, estes levantamentos devem estar “integrados”, evitando a redundância nas visitas que o projetista irá realizar para contatar os usuários. Se a instituição possuir um planejamento institucional de informática ou um Plano Diretor de Informática – PDI - recente e atualizado, este facilitará muito o trabalho do projetista. Caso contrário, ele deverá coletar informações para identificar os recursos existentes e desejados de informática na corporação.

Na análise da situação atual, os recursos computacionais da instituição devem ser conhecidos pelo projetista assim como suas localizações, usuários e a forma de utilização. Segundo [Stringari1995], o projetista deverá identificar e relacionar:

- *Hardware*: quantidade, localização, utilização, tipo, configuração e suas restrições, se existirem;
- *Software*: sistemas operacionais, aplicativos, quantidades, localização, origem, utilização, restrições, plataforma e versões;
- redes e sub-redes (se existirem): topologias, meios de transmissão, equipamentos de redes, arquitetura, gerenciamento, localização, *softwares*, número de estações, servidores, interconexão, sistemas operacionais e sua interoperabilidade das mesmas;
- serviços oferecidos pela unidade de processamento de dados da instituição (se existirem): quais são, volumes, quantidades e localização dos usuários, restrições de acesso e disponibilidade para utilização na rede;

O projetista também deve fazer um levantamento de parcerias com outras organizações, pertencentes ou não ao mesmo grupo empresarial, pois estes podem ter alguns

dos componentes acima em empréstimo na empresa e talvez possam dispor de recursos financeiros, materiais ou de pessoal para investir na rede corporativa de computadores.

Segundo [Carvalho1995], o projeto a ser desenvolvido deve atender às necessidades atuais e futuras, de modo a garantir que seu ciclo de vida amortize os investimentos realizados. Na análise das necessidades e expectativas, o projetista deverá identificar os recursos que os usuários gostariam que existissem disponíveis na rede corporativa, para identificar ou completar suas tarefas e suas expectativas em relação à rede que está sendo projetada.

O projetista deve ser bem criterioso nesta análise, sempre indo ao encontro dos processos empresariais, do planejamento estratégico e do plano institucional de informática. O projetista deve divulgar as potencialidades em relação às aplicações que podem ser implementadas com a rede, a todos os usuários e possíveis usuários. As necessidades apresentadas pelos usuários serão relacionadas conforme suas prioridades, determinando, assim, uma relação por usuário ou grupo de usuários. Estas prioridades, definidas conforme critérios estabelecidos pelos próprios usuários, serão tabuladas pelo projetista e integradas às necessidades globais da instituição. Deve-se tomar um cuidado especial neste item, pois muitos usuários não sabem o que precisam e outros “acham” que precisam coisas não relevantes para a empresa.

Estas necessidades dos usuários devem ser compatibilizadas com as necessidades da empresa levantadas na etapa anterior, quando vistos os processos empresariais.

Dependendo das particularidades de cada instituição, este processo conduzirá o projetista a estratégias diferentes. Fundamentalmente, a estratégia será adotada conforme o grau de informatização, a cultura de redes e a política de informática da instituição [Stringari1995]. Pode-se dar como exemplo a existência ou não de um PDI ou plano de informática na instituição. Existindo as informações relevantes para este processo, poderão estar disponíveis; se não existirem o projetista deverá realizar os levantamentos necessários, seja através de entrevistas com os usuários, seja com representantes de grupos de usuários, com formulários a serem preenchidos pelos usuários ou outras formas.

Este levantamento de necessidades e expectativas pode influir também nas tecnologias adotadas. Se por exemplo a empresa tiver planos de implantação a médio prazo de vídeo-

conferência, o sistema de redes a ser implantado deve, contemplar a incorporação posterior de tecnologias de suporte à transferência integrada de voz e vídeo. Se isso não for feito, mais tarde deverão ser feitas modificações e adaptações ao projeto original, com eventual substituição de equipamentos, o que pode vir a representar um custo adicional significativo. Uma forma de se contornar este problema é planejar uma ampliação da rede ao mesmo tempo que a implantação da video-conferência, pois assim os equipamentos poderiam ser remanejados.

3.1.5 - Conclusão

Ao término desta fase, o projetista tem em mãos a descrição da empresa para a qual será elaborado o projeto, assim como a distribuição geográfica e as plantas baixas das edificações e a descrição da informática. Estas informações darão uma visão geral do ambiente e do problema a ser resolvido e subsídios para que se lhe indique uma solução.

Deve-se elaborar a primeira parte do documento fazendo uma descrição da empresa, fornecendo os dados levantados da instituição, como plano de negócios, os processos macro da empresa (plantas baixas das edificações poderão estar incluídas). Deverão constar também os dados dos levantamentos da informática na instituição, como *hardwares* e *softwares* existentes e futuros.

Esta fase diferencia-se das metodologias analisadas pela inclusão da análise do negócio da empresa na qual será instalada a rede. Isso se deve ao fato de que uma rede projetada para uma universidade pode ter características completamente diferentes de uma rede projetada para uma empresa fabril.

3.2 - Projeto lógico da rede

Para iniciar esta etapa da metodologia, o projetista deve ter concluído e analisado integralmente a etapa anterior. Se, por qualquer motivo, for ignorada ou negligenciada a análise da instituição, as conseqüência poderão comprometer a operacionalidade da rede.

Para o desenvolvimento do projeto lógico serão utilizados os dados coletados na fase de análise da instituição. As conclusões destas análises permitirão ao projetista uma visão global do ambiente para o qual a rede corporativa será projetada. Existe a possibilidade de algumas informações complementares à análise da instituição aparecerem durante o decorrer desta etapa. Estes casos poderão influenciar no projeto e, portanto, o projetista deve estar atento a essas alterações.

Devem-se definir aqui os objetivos a serem alcançados com a implantação da rede, envolvendo as sub-redes, os servidores corporativos e a segurança que a rede deve oferecer.

Para auxiliar nas decisões a serem tomadas, nesta e na próxima fase, o projetista deve fazer o planejamento de capacidade da rede e de seus componentes, prevendo antecipadamente, quando ocorrerá a saturação do sistema, de forma a chegar a um melhor dimensionamento da rede para retardar o máximo possível este saturamento.

Segundo [Menascé1994] *“planejamento de capacidade é a pré-determinação de uma futura saturação do sistema antes de ocorrer e a melhor forma de retardar esta saturação”*.

3.2.1 - Objetivos a serem alcançados com a implantação da rede

Definir o que se pretende institucionalmente com a implantação da rede é um passo decisivo na elaboração do projeto da rede. Esta metodologia propõe que o projetista deva ter consciência da importância deste item para que o sucesso e a operacionalidade da rede não sejam comprometidos [Stringari1995].

Definir os objetivos a serem alcançados com a implantação da rede não é tarefa simples de ser realizada. A análise da informática na instituição (situação existente, necessidades e expectativas) ajuda a entender para onde a rede está se encaminhando. Com base nesta análise podem-se classificar alguns objetivos como imediatos e outros como objetivos futuros.

3.2.2 - Backbone, Redes e Sub-redes

O projeto lógico da rede corporativa deve definir o *backbone* e as redes que estarão a este ligado e pode sugerir sub-redes na corporação (como redes departamentais), para distribuir o tráfego e as informações pela rede. Devem-se indicar a quantidade e as localizações da rede e sub-redes.

3.2.3 - Servidores corporativos

Esta parte da metodologia definirá a quantidade e a localização dos servidores corporativos. Além dos critérios técnicos, o projetista deve levar em consideração que podem existir requisitos políticos na decisão, pois informação é poder. Deve-se, também, levar em consideração a autonomia das unidades onde estarão os servidores, assim como a disposição de pessoal competente no local.

Como pode haver muitos tipos de servidores, tais como servidor de banco de dados, servidor de arquivos, servidor de DNS, servidor de correio eletrônico entre outros, aqui também se deverá definir qual o porte do equipamento servidor, se é necessário um equipamento com sistema operacional tolerante a falhas, quem terá acesso ao servidor além de como e quando. Também deverão ser identificados os responsáveis pelos servidores.

Podem-se definir também, com base na análise da instituição, os sistemas corporativos e as bases de dados distribuídas.

3.2.4 - Segurança da rede

Segurança em informática pode ser considerada como a garantia ou a confiança que os usuários têm em um determinado sistema. A confiabilidade destas redes é, então, fator preponderante para garantir a produtividade dos sistemas que compõem estas instalações [Lucca1995].

No que se refere à segurança da rede, o projetista deve basear-se na política de segurança definida para a empresa. Uma definição clara e objetiva da política de segurança da empresa deve existir antes de se definir a política de segurança para a rede.

Esta deve englobar segurança de comunicação, armazenamento e acesso.

Os dispositivos de segurança em rede de computadores objetivam basicamente:

- garantir ao usuário autorizado o acesso aos recursos desejados de modo confiável, seguro e confidencial;
- garantir a integridade dos dados que fluem na rede;
- garantir a identificação dos interlocutores;
- impedir que usuários não autorizados se beneficiem de recursos/informações;
- impedir a alteração ou destruição indevida de informações e
- garantir a disponibilidade de recursos para usuários legítimos.

Com base nas necessidades da empresa, devem-se identificar o grau da segurança a ser projetada para a rede, os objetos que necessitam de segurança e definir os serviços de segurança, como [Lucca1995]:

- confidencialidade - é responsável por manter as informações secretas, sempre que necessário ou requisitado;
- confiabilidade - cada mecanismo de segurança deve ser confiável, ou seja, deve ser robusto o suficiente para suportar a ataques hostis que possam impedi-lo de realizar suas funções e sobreviver a eles;
- integridade - permite que se detecte a alteração de informações realizadas sem a devida autorização;
- autenticação - valida o interlocutor, ou seja, permite que se prove que o remetente de uma mensagem ou um usuário/processo é quem diz ser para evitar, por exemplo, o fornecimento de um serviço a um falso usuário;
- auditoria - mantém registro sobre usuários e processos que acessaram (ou tentam acessar) os recursos do sistema;
- controle de acesso - restringe o acesso aos recursos do sistema aos usuários autorizados, através de senhas e/ou listas de permissão de acesso;

- não-repudição - é um serviço que visa impedir que um usuário (ou mesmo um processo) negue que enviou ou recebeu um objeto pela rede, apesar de o fato ter efetivamente ocorrido.

Para cada serviço devem ser estabelecidos mecanismos como senhas, controle de expiração de senha, criptografia, sistema de *log* (para auditoria) e outros, conforme o serviço.

Para isso deve-se definir quem poderá ter acesso à rede e aos servidores, estabelecer quotas para os usuários, senhas e controle de expiração para elas, *logs* para os usuários, além de definir o responsável pela segurança.

Não se pode esquecer do acesso físico aos servidores. Os servidores devem estar localizados em salas que não sejam de livre acesso a todos. Também não se deve esquecer de *no-breaks* nos equipamentos de rede, pois se cair a energia elétrica em um nó a rede de computadores continuará em funcionamento.

No caso de a rede corporativa estar ligada a redes externas, como, por exemplo, à Internet, o projeto deve contemplar o uso de *firewall*.

Além de todas estas precauções, o projetista deve avaliar e considerar a compra de um sistema de gerência de rede. Este certamente irá auxiliar a manter não só a rede em funcionamento como a tornará mais segura. Segundo [Owen1994], “a gerenciabilidade é a habilidade de manter a integridade da rede e atender aos pedidos do cliente sob condições favoráveis e adversas”.

Portanto, neste processo, o projetista deve levar em consideração [Stringari1995]:

- grau de importância da segurança para a rede a ser projetada;
- níveis de segurança a serem atingidos;
- o que controlar com a implantação de mecanismos de segurança;
- do que depende a implantação de mecanismos de segurança;
- a quem caberá a responsabilidade pela segurança.

3.2.5 - Conclusão

Ao final desta fase, o projetista deve elaborar a parte do documento relativa ao projeto lógico, contendo os objetivos a serem alcançados pela rede, a necessidade e localização de sub-rede, redes locais e o desenho do *backbone* da rede corporativa interligando estas redes locais. Também deve conter quais, e quantos servidores, sua localização nas redes locais, além de uma política de segurança para a rede corporativa.

Existe a possibilidade de alguma informação complementar à fase anterior perecer durante o decorrer desta e da próxima fase. Neste caso, deve-se fazer o levantamento necessário e corrigir a parte do documento já escrita.

Esta fase é inexistente em uma das metodologias vistas e oferece como contribuição a etapa de segurança que, é explorada com mais profundidade que as outras metodologias.

3.3 - Projeto físico da rede

O projeto físico, fundamentalmente, determinará como implementar as necessidades definidas no projeto lógico. Durante o processo de elaboração do projeto físico definido nesta metodologia, o projetista se envolverá com as tecnologias e produtos que as implementam, objetivando a construção da rede de computadores.

3.3.1 - Topologia da rede

A definição da topologia estará intimamente relacionada com a distribuição geográfica das filiais. Aqui se utilizarão as informações levantadas nas etapas anteriores, como o *layout* da corporação e a localização das unidades.

Sabendo-se quantas são e onde estarão as sub-redes e os servidores corporativos, deve-se definir o(s) *backbone(s)* da rede corporativa.

Pode-se ler sobre as topologias clássicas de redes de computadores no Anexo 2.

3.3.2 - Meios de transmissão

Os meios de transmissão dependem, e muito, do *throughput* (vazão de dados) necessário para atender às aplicações e da topologia da rede, pois o meio de transmissão e a topologia da rede estão intimamente ligados. Os meios de transmissão mais utilizados são: cabo coaxial, cabo de par trançado, fibra ótica, *link* por satélite e redes públicas. Este trabalho descreve alguns meios de transmissão no Anexo 3.

As redes privadas evoluíram bastante como forma de reduzir os custos. À medida que a tecnologia da informática evolui, novos avanços vão sendo adicionados a fim de tornar mais fácil a utilização da rede. A rede privada é geralmente mais barata que as redes públicas e também dispõe de aspectos mais avançados que as concessionárias não oferecem. Porém, as concessionárias oferecem hoje características avançadas e customização, tornando difícil a decisão entre a rede pública e a privada [Owen1994].

O Brasil encontra-se em uma situação singular em relação às redes privadas. O Estado detém o monopólio das telecomunicações; conseqüentemente, uma corporação que pretenda construir uma rede privada deve alugar um *link* da concessionária de telecomunicações local, que é uma empresa do Estado. Quanto às redes públicas, até pouco tempo o serviço de dados só era oferecido pela Embratel (Empresa Brasileira de Telecomunicações). Hoje, as concessionárias locais oferecem redes públicas de abrangência estadual, enquanto as redes públicas interestaduais continuam sob o controle da Embratel. Esta situação está mudando à medida que as concessionárias de telecomunicações forem privatizadas e o monopólio acabar. Já existe concorrência entre as *teles* (concessionárias de telecomunicações) e a Embretel.

O projetista da rede deve considerar os seguintes pontos em relação a uma rede pública:

- é necessário pouco ou nenhum investimento;
- é mais fácil de se efetuar mudanças geográficas;
- os custos de um *upgrade* são menores;
- a estrutura de custos é compartilhada com outros clientes;
- os custos com pessoal são mais baixos;

- são menores os custos de expansão ou retração da rede à medida que o negócio exige;
- não é necessária uma gerência e controle direto da rede;
- confiabilidade e
- estabilidade de preços, previsão.

Deve ser dado ao(s) *backbone(s)*; o meio de transmissão deste deve ser projetado de maneira que permita futuras expansões de *throughput*, pois a evolução dos *softwares* (aplicações dos usuários e *software* de rede) e *hardwares* é rápida e exigente quanto à banda passante e assim podem-se preservar os investimentos aqui realizados.

Um padrão de cabeamento estruturado é definido pela EIA (*Electronic Industry Association*), que publicou em 1991 uma norma que especifica como deve ser o *layout* da infra-estrutura de telecomunicações em instalações prediais (a EIA/TIA-568: *Commercial Building Telecommunications Wiring Standard*). Esta norma apresenta um conjunto básico de configurações para os tipos de instalações mais comuns, também chamado de Cabeamento Estruturado[EIA/TIA 91].

Mais informações em detalhes sobre meios de transmissão, como cabo coaxial, cabo de par trançado, fibra ótica e cabeamento estruturado podem ser obtidos no Anexo 3.

3.3.3 - Equipamentos e *softwares* de rede

Respaldado pela topologia e pelos meios de transmissão, já definidos, o projetista especificará os equipamentos e *software* necessários à viabilização da rede.

O projetista deve estar atento aos equipamentos e *softwares* de rede já disponíveis na instituição e para onde o mercado está caminhando. Se for conveniente e possível, o projetista deve fazer *upgrade* destes, pois é menos dispendioso para a empresa.

Estes equipamentos (*hubs*, *bridges*, *switches*, *routers*) e os *softwares* de redes (sistemas operacionais, protocolos), assim como interfaces, serviços de telecomunicações, devem ser estudados, analisados com os seus fornecedores e também com usuários para que

seja indicada a solução mais adequada para que a rede atinja os objetivos definidos na análise da instituição.

Os equipamentos de rede devem ter *no-breaks*, em alguns casos fontes redundantes e equipamentos *back-up*, pois se cair a energia elétrica em um nó ou um equipamento parar de funcionar a rede de computadores não será comprometida.

O projetista deve definir os *softwares* de rede como sistemas operacionais e pilhas de protocolos, pois existem algumas opções e tecnologias que devem ser escolhidas, como ATM, *frame relay*, TCP/IP, OSI, Netware, Windows NT, Unix. Esta escolha vai influir na conectividade e em toda a vida da rede. Mais informações sobre este tópico podem ser vistas no Anexo 4.

Os *softwares* de redes de domínio público também podem ser avaliados, porém o projetista deve saber distinguir o grau de importância deste recurso para a rede, evitando comprometer a operacionalidade por falta de manutenção.

3.3.4 - Infra-estrutura da rede

Neste processo, as condições físicas para a instalação dos meios de transmissão e dos equipamentos de rede devem ser previstos. Considerando a estudos anteriormente realizados sobre dutos, instalações elétricas e telefônicas, o projetista deve identificar as necessidades para dispor destas instalações. A execução dos serviços necessários à criação da infra-estrutura requer serviço especializado e responsabilidades quanto à integridade e garantia de funcionamento [Stringari1995].

Também se deve projetar um terra único e exclusivo para os equipamentos da rede, como *hubs*, *routers* e outros. Para isso, é plausível até projetar uma rede elétrica estabilizada e com terra único para evitar maiores danos aos equipamentos e, conseqüentemente, dar maior segurança para o usuário continuar seu trabalho. Para isso pode-se contratar mão-de-obra especializada.

3.3.5 - Administração da rede

Por menor e mais simples que seja, uma rede de computadores precisa ser gerenciada a fim de garantir aos seus usuários a disponibilidade de serviços num nível de desempenho aceitável.

É desejável que se defina quem terá a responsabilidade de administrar a rede e como se fará esta administração. Como se trata de uma decisão importante para o sucesso e para o projeto da rede, ela deverá ser tomada nesta etapa para que as responsabilidades sejam assumidas pelo administrador e ele se envolva na elaboração do projeto e implantação, tendo assim um maior conhecimento da rede. É seguro que se defina mais de um administrador por motivo de segurança, pois se um vier a falhar o outro pode assumir.

Se possível, deve-se escolher uma ferramenta de gerenciamento de rede para auxiliar a tarefa do administrador. Podemos usar como parâmetro para escolha desta ferramenta a separação funcional de necessidades no processo de gerenciamento que a ISO (*International Organization for Standardization*) padronizou como parte de sua especificação de Gerenciamento de Sistemas OSI. Esta divisão funcional foi adotada pela maioria dos fornecedores de sistemas de gerenciamento de redes para descrever as necessidades de gerenciamento de falhas, desempenho, configuração, contabilização e segurança.

Segundo Rocha [Rocha1996], convencionam-se dois comportamentos possíveis em uma rede de computadores: um comportamento reativo, o qual avisa o gerente dos problemas ocorridos na rede para que ele providencie sua resolução; e um comportamento pró-ativo, em que o gerente deve ser capaz de detectar problemas antes que eles aconteçam, a fim de poder evitá-los. A ferramenta a ser escolhida deve contar com características de gerência pró-ativa ou permitir implementações, senão poderá incorrer em sub-utilização.

Para Souza [Souza1997], uma ferramenta de gerência para redes geograficamente distribuída deve priorizar a gerência das linhas de comunicação e dos equipamentos de conexão (roteadores). Além dessa necessidade, uma característica desejável é a capacidade de realizar remotamente tarefas de gerência.

O investimento em um *software* de gerenciamento pode ser justificado por vários fatores.

- As redes e recursos de computação distribuídos estão se tornando vitais para a maioria das organizações. Sem um controle efetivo, os recursos não proporcionam o retorno que a corporação requer.
- O contínuo crescimento da rede em termos de componentes, usuários, interfaces, protocolos e fornecedores ameaçam o gerenciamento com perda de controle sobre o que está conectado na rede e sobre como os recursos estão sendo utilizados.
- Os usuários esperam uma melhoria dos serviços oferecidos (ou, no mínimo, a mesma qualidade) quando novos recursos são adicionados ou quando são distribuídos.
- Os recursos computacionais e as informações da organização geram vários grupos de aplicações de usuários com diferentes necessidades de suporte nas áreas de desempenho, disponibilidade e segurança. O gerente da rede deve atribuir e controlar recursos para balancear estas várias necessidades.
- À medida que um recurso fica mais importante para a organização, maior fica a sua necessidade de disponibilidade. O sistema de gerenciamento deve garantir esta disponibilidade.
- A utilização dos recursos deve ser monitorada e controlada para garantir que as necessidades dos usuários sejam satisfeitas a um custo razoável.

Segundo Artola [Artola1996] alguns dos problemas mais comuns que afetam o desempenho de uma rede são:

a) Problemas no nível físico

No nível físico, conectores de redes e placas em mau estado são alguns dos principais problemas que afetam o desempenho da rede. Isto provoca uma alta taxa de colisões, ainda num nível de utilização baixo, que logicamente pode provocar congestionamento e, portanto, a degradação do desempenho.

Nesse nível, o interessante para monitorar e poder determinar se há problemas de *hardware* ou mesmo de *software* são as taxas de erros de transmissão.

As taxas significativas de erros de pacotes em *byte* acima do limite superior permitido indicam mau funcionamento de *hardware*. Por exemplo, erros em pacotes com o tamanho excedido podem estar resultando de um *transiver* defeituoso, ou de problemas com a placa controladora da rede.

b) Congestionamento

O congestionamento poderá ocorrer por duas razões. A primeira é quando um computador de alta velocidade gera tráfego mais rápido do que a rede pode transmitir. A segunda situação é quando muitos computadores simultaneamente necessitam enviar dados através da rede de um único roteador. Com essa sobrecarga de processamento, o roteador poderá entrar em congestionamento.

O problema de congestionamento na rede afeta fortemente o seu desempenho, pois o tempo de resposta resultante é muito alto. Além da incapacidade da linha de transportar todo o tráfego requerido, o congestionamento e o roteamento estão também freqüentemente relacionados, pois as decisões deficientes do roteamento são uma das causas mais importantes do congestionamento.

c) Configuração

Uma rede com uma topologia mal configurada pode causar problemas como altas taxas de colisão e utilização, por exemplo, um segmento com muitos *hosts* ou muito *hosts* em diferentes segmentos ligados a um mesmo servidor. Essa topologia pode saturar o elemento de ligação com o segmento da rede onde o servidor está localizado.

Uma má configuração da rede pode provocar uma degradação no seu desempenho. Em redes pequenas, uma causa possível de problemas de desempenho é a não-obediência a normas e padrões no que tange a comprimento de cabos ou número de estações por segmento.

d) Roteamento

Dois dos principais problemas de roteamento em redes TCP/IP, são descritas a seguir.

Muitos dos algoritmos de roteamento comumente usados estão sujeitos à instabilidade de um tipo ou outro. Por exemplo, na mudança de uma rota devido ao fato de que um dos enlaces está fora, várias atualizações podem ser necessárias antes que o sistema chegue a um novo conjunto de rotas coerentes, normalmente requerendo aproximadamente 10 atualizações

por roteador para que ocorra a convergência. A menos que sejam tomadas certas precauções, o resultado desse comportamento é uma alta quantidade de mensagens de atualização em um curto período de tempo. Essas mensagens de atualização em sua maioria, são *broadcast*. Isso pode saturar os processos de entradas de outros sistemas na rede. As redes que têm linhas de comunicação lentas podem ser inundadas por vários segundos.

Tabelas de roteamento erradas podem provocar um *loop* de roteamento (rota circular) para um dado destino. Um *loop* de roteamento pode consistir em dois roteadores (A e B) - o roteador A tem como rota para o destino D o roteador B, e vice-versa.

e) Colisões

A taxa de colisões é o principal parâmetro para avaliar o desempenho de uma rede *Ethernet*. Este parâmetro está relacionado com o parâmetro de utilização da rede, pois se a taxa de utilização sobrepassa 30%, a taxa de colisões aumenta exponencialmente. Assim, uma rede sobrecarregada apresentará uma taxa de utilização alta (acima de 35% ou 40%); conseqüentemente, a taxa de colisão será maior que 2% do seu tráfego. Uma rede com uma taxa de colisão menor que 2% apresenta um nível de desempenho aceitável. Se esse valor for superado, deve-se investigar onde está o problema antes que ele atinja 5%, pois isso deve sempre ser evitado.

Pode-se concluir que para manter um nível de desempenho aceitável em uma rede, o nível de colisões deve ser cuidadosamente controlado.

Até aqui se demonstrou que altas taxas de colisões podem surgir, seja por estar uma rede sobrecarregada (fora da sua capacidade) seja por algum problema físico como os mencionados em alguns dos itens anteriores.

f) Tormenta de Pacotes *Broadcasts*

Uma tormenta de pacotes *broadcast* é um conjunto de pacotes enviados ao endereço *broadcast Ethernet* em um volume suficientemente alto para causar problemas em muitos *hosts* na rede. Algumas vezes, esse problema acontece junto com um outro, conhecido como *Avalanche de Pacotes*, que ocorre quando um único pacote dispara uma avalanche de respostas.

Existem três principais causas que provocam uma tormenta *broadcast* e avalanche de pacotes: problemas nos protocolos, configuração e implementações com defeitos.

3.3.6 - Diagrama da rede

A rede pode ser desenhada utilizando-se alguma ferramenta para a diagramação. O diagrama apresentará uma visão completa de todos os recursos que formarão a rede e a infraestrutura que dará suporte à sua instalação. É de grande valia para sua documentação e manutenção.

Esta metodologia propõe, para representar os equipamentos de rede, os símbolos do diagrama que pode ser visto na Figura 2.

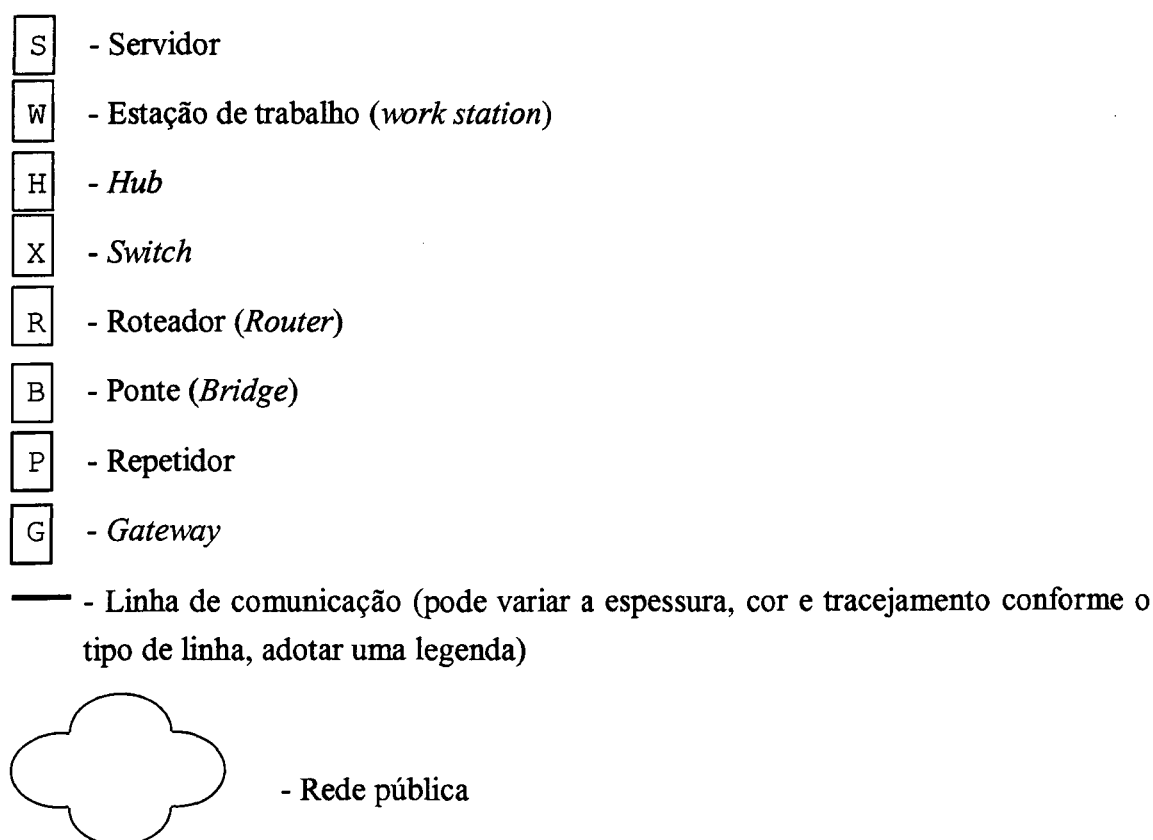


Figura 2 - Proposta de símbolos para representar os equipamentos de rede no diagrama.

Faz-se esta proposta de símbolos para facilitar tanto na diagramação a mão livre quanto em meio computacional, não havendo necessidade de nenhum *software* especial. Se o projetista puder dispor de um *software* de diagramação, o produto final poderá ser melhor, além de facilitar em muito a manutenção do diagrama. Na Figura 3 pode-se ver um exemplo de diagramação de uma rede.

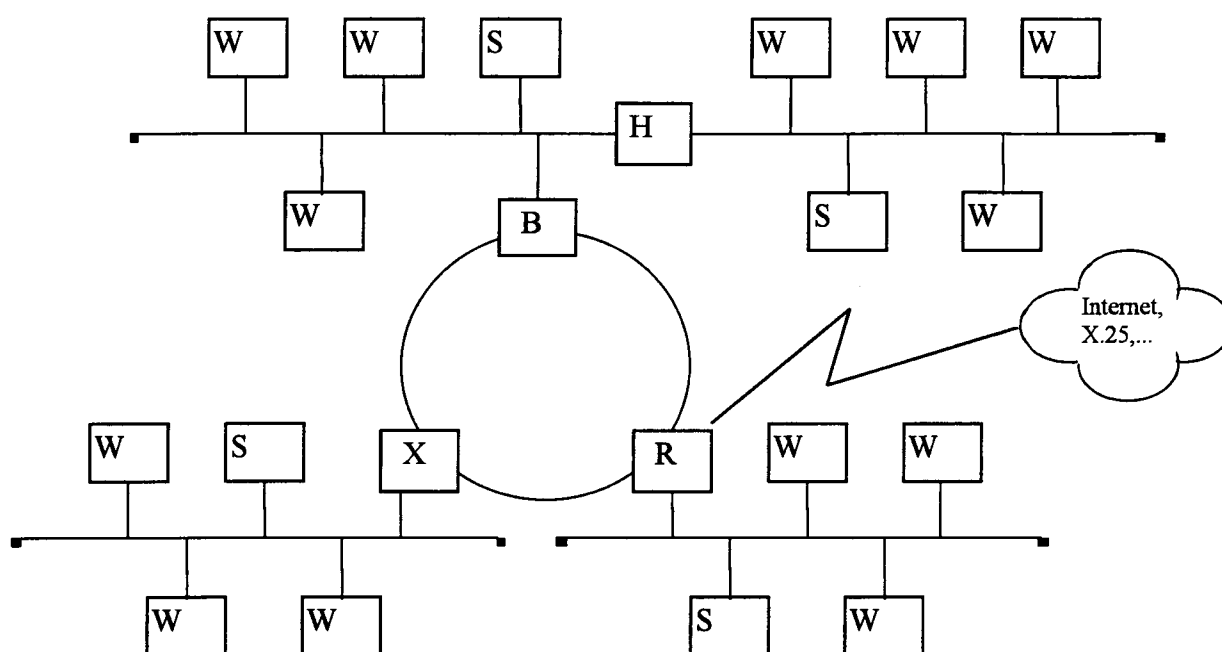


Figura 3 - Exemplo de diagramação da rede.

3.3.7 - Orçamento da rede

Realizar o levantamento de custos é uma tarefa que demandará tempo e paciência do projetista.

Deve-se fazer levantamentos de preços de todos os componentes da rede, desde conectores, cabos, canaletas até *routers*, *no-breaks*, serviços de instalação, aluguel de linhas com a concessionária de telecomunicações, ou seja, todos os itens identificados no projeto lógico e no projeto físico da rede. Deve-se realizar o levantamento de preço com o auxílio do departamento de compras, pois este tem uma experiência que poderá ser muito útil.

Deve-se ter também os preços de recursos alternativos, como tecnologias, velocidade dos *links* e das marcas de equipamentos para ter argumentos de possíveis projetos alternativos.

Deve-se realizar uma análise de custo/benefício muito criteriosa, pois o menor custo pode ser uma tecnologia ultrapassada, ou uma tecnologia estado da arte pode ser demasiadamente cara, fazendo com que o investimento tenha uma relação desfavorável.

3.3.8 - Conclusão

Ao final desta fase deve-se elaborar a parte do documento relativa ao projeto físico, estando o projeto da rede pronto, faltando apenas implementá-lo. Este deve descrever as topologias a serem adotadas, os meios de transmissão, os equipamentos e *softwares* de rede necessários, a infra-estrutura necessária para a rede, políticas de administração, o diagrama do *backbone* e das redes locais e sub-redes e, finalmente, um orçamento.

A possibilidade da necessidade de alguma informação complementar às fases anteriores pode aperecer. Alguns fatos não previstos podem influenciar significativamente o projeto da rede, como novos direcionamentos na empresa, novas tecnologia ou novas tendência de mercado. Neste caso, deve-se fazer o levantamento necessário e corrigir as partes do documento já escritas.

3.4 - Implantação e avaliação

Nesta etapa, o projetista de posse do projeto lógico e do projeto físico, irá determinar como se dará a implantação da rede. Irá definir um plano de implantação, treinamento dos usuários, divulgação da rede e definir como se dará a reavaliação da rede. Ao final deste processo, o projeto deverá estar em condições de ser apresentado à instituição para execução.

3.4.1 - Plano de implantação

Como em todo projeto, o da rede deverá apresentar um cronograma de implantação e alternativas de recursos (como tecnologias, velocidade dos *links*, marcas de equipamentos) necessários à sua implantação. Uma ou mais alternativas do projeto poderão ser elaboradas.

Deve-se propor uma modularização da implantação, como a implantação em "fases", desde que estas fases preservem a continuidade do projeto. Estas alternativas possibilitariam o investimento gradual e parcelado, porém firme nos propósitos que foram exaustivamente estudados.

3.4.2 - Treinamento dos usuários

Para atender aos objetivos da rede definidos pelas necessidades e expectativas, pode-se identificar o que deve ser oferecido em termos de treinamento.

Devem-se definir metas e prioridades, além de considerar quem, onde, o que e quando treinar.

3.4.3 - Divulgação da rede

A rede instalada não é o bastante para atrair o interesse comunitário pelos recursos oferecidos; aliás, fornecer tecnologia através de recursos computacionais é relativamente simples; o difícil é o acultramento dos usuários.

Se a rede não estiver sendo utilizada, ela não terá valor. Os usuários só utilizarão algo que tenha demonstrado o seu valor; deve valer o esforço. O projetista da rede deve responder às questões dos usuários, "O que existe nela para mim?" Uma vez que isto seja feito, será fácil vender a rede.

Com base nesta metodologia e utilizando os conceitos aqui apresentados, o projetista da rede terá uma ferramenta muito útil e efetiva. Porém, alguns aspectos importantes para o projeto de redes corporativas, tais como segurança e gerência da rede, não foram considerados nesta metodologia.

3.4.4 - Avaliação e/ou reavaliação

O projetista deve propor um prazo para a rede ser reavaliada. Isto se deve ao fato de durante o processo de elaboração do projeto, implantação e até uso da rede, poderem aparecer novas tecnologias de redes e da computação que poderão influir no desempenho ou desenho na rede. Há também a possibilidade de mudanças no mercado atingirem a empresa e exigirem novos direcionamentos para a rede corporativa.

Mesmo que o projetista tenha completo domínio sobre as tecnologias, *hardwares* e *softwares* de mercado, ele pode incorrer em erros devido às peculiaridades de cada projeto e ao grande volume de informações que deve manipular. A avaliação pode ser feita no decorrer da implementação do projeto de forma a corrigir possíveis falhas no projeto.

Aqui também técnicas de planejamento de capacidade pode contribuir muito para prolongar a usabilidade da rede mantendo-a um investimanto rentável.

Desta forma o administrador da rede e até o profissional que a planejara terão uma ferramenta para ajudar a responder a perguntas como: por que ocorreu a saturação?; qual parte da rede está estrangulada?; qual a melhor alternativa disponível para sanar esta saturação?

3.4.5 - Conclusão

Esta fase contribui com as etapas de cronograma de implantação e avaliação ou reavaliação, pois as metodologias analisadas não possuem esta abordagem.

Ao término desta fase, deve-se elaborar a última parte do documento, constando de um plano de implantação, plano de treinamento de usuários, divulgação e plano de reavaliação da rede, estando assim pronta a documentação da rede corporativa.

4 - Estudo de caso

Neste capítulo faz-se um projeto de rede usando a metodologia definida no capítulo anterior. Para tanto, utilizar-se-á a Epagri como estudo de caso, já mencionado, por ser uma empresa de âmbito estadual, englobando tanto redes de longa distância quanto redes locais.

4.1 - Análise da instituição

A Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. é uma sociedade de economia mista de capital fechado, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica de direito privado, sob a forma de sociedade por ações, vinculada à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura de Santa Catarina. Foi constituída em 20 de novembro de 1991, pelo Decreto nº 1.080, nos termos do artigo 99, da Lei Estadual nº 8.245, de 18 de abril de 1991, em decorrência da transformação da natureza jurídica da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária – EMPASC -, após esta ter incorporado a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Santa Catarina - EMATER/SC. Rege-se pela Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976 e pelo seu estatuto.

Dentre as atuais linhas de ações e realizações da Epagri, incluem-se: o resgate da extensão rural e da pesquisa, a geração e difusão de tecnologia, a profissionalização de produtores rurais, a recuperação e preservação dos recursos naturais, o desenvolvimento da produção agropecuária e da produção pesqueira, entre outras.

É importante destacar o surgimento de um novo paradigma para o setor de informações. As relações e processos científicos, econômicos, políticos, culturais e de toda ordem hoje se desenvolvem em escala mundial. Este paradigma está ligado, de um lado, ao fenômeno da globalização e, de outro, ao processo de digitalização crescente e à implantação de redes de comunicação de dados. Isto é especialmente verdadeiro para a área de informação científica e tecnológica, onde se localizam o estoque de conhecimento, os processos e as técnicas para o seu tratamento, bem como as atividades relacionadas com o ciclo de transferência desse conhecimento.

A Epagri é uma empresa estatal de pesquisa que não gera receita própria, dependendo dos cofres do Estado para custeio e investimento. Alguns projetos obtêm recursos de fontes financiadoras que podem dedicar algum recurso financeiro em informática.

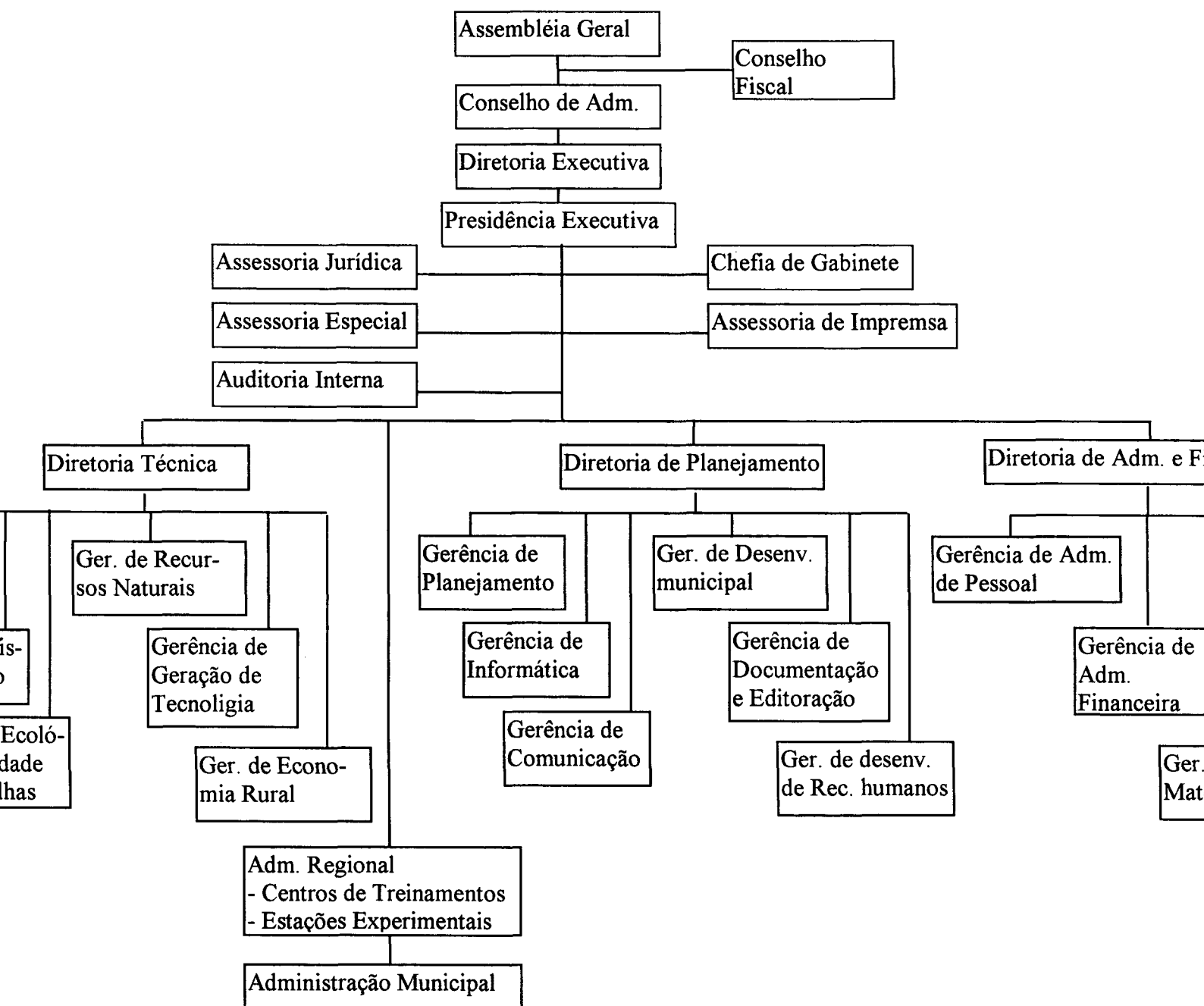
A empresa tem se ressentido de instrumentos facilitadores para beneficiar-se dos recursos oferecidos pelas redes internacionais de comunicação de dados, assim como para comunicação entre as suas unidades espalhadas pelo estado de Santa Catarina. A obsolescência dos equipamentos, a falta de divulgação dos serviços disponíveis e de treinamento para os usuários são as principais barreiras. Isso leva a uma situação que chega a ser paradoxal: a oferta de informações disponíveis para acesso através destas redes é enorme, e tais informações são necessárias para o bom desenvolvimento do trabalho de seus técnicos, que não têm acesso a elas. A empresa é geradora de informações e deixa de divulgá-las e colocá-las a disposição através desta mídia.

4.1.1 - Estrutura organizacional

A estrutura organizacional da Epagri é composta de 15 gerências estaduais, 14 administrações regionais, 10 estações experimentais, 11 centros de treinamento e 251 unidades municipais.

Como se pode ver na Figura 4, o seu organograma contém as seguintes gerências estaduais: Planejamento, Desenvolvimento de Recursos Humanos, Informática, Editoração e Documentação, Comunicação, Geração de Tecnologia, Economia Rural, Recursos Naturais, Aquicultura e Pesca, Parque Ecológico Cidade das Abelhas - Peca, Profissionalização, Administração Financeira, Administração de Pessoal, Administração de Material e Serviços.

A Epagri encontra-se atualmente em uma fase de transição, culminado com o término de um planejamento estratégico que apontou para uma mudança da estrutura hierárquica para uma estrutura mais moderna, matricial, assim como para uma diretoria colegiada. Também está em fase de implantação uma nova unidade em Florianópolis. Esta nova unidade é identificada como Ciram, Centro Integrado de Informações em Recursos Ambientais, a qual será composta



Organograma da Epagri.

pelas Gerências de Recursos Naturais, Aquicultura e Pesca, Economia Rural e Parque Ecológico Cidade das Abelhas.

Sob responsabilidade desta unidade também está o Climerh, - Centro de Climatologia e Recursos Hídricos -, que é um protocolo de intenções entre diversas instituições e onde a Epagri é a empresa executora.

O novo organograma da Epagri, até o término deste trabalho, ainda não se encontra consolidado.

4.1.2 - Plano de negócio

A experiência acumulada nas quatro últimas décadas - considerando a história de suas antecessoras - projeta a Epagri como um centro de excelência no campo da ciência e da tecnologia agropecuária e pesqueira. Seus objetivos fins são:

- promover a preservação, recuperação, conservação e utilização sustentável dos recursos naturais;
- buscar a competitividade da agricultura catarinense frente a mercados globalizados, adequando os produtos às exigências dos consumidores;
- promover a melhoria da qualidade de vida no meio rural e pesqueiro.

A Epagri elegeu a seguinte missão como eixo propulsor de sua atuação: **“Conhecimento, tecnologia e extensão para o desenvolvimento sustentável do meio rural em benefício da sociedade”.**

Neste contexto, a informática torna-se ferramenta fundamental no cumprimento de sua missão, garantindo maior eficiência e eficácia no alcance dos seus objetivos estratégicos. Na definição da própria missão constam as palavras “conhecimento e tecnologia”, que estão intimamente ligadas à informatização.

Além de ser objetivo meio, “democratizar o acesso às informações, dados, tecnologias, produtos e serviços” é a base de sustentação de todos os demais objetivos estratégicos, que darão suporte à missão da empresa, e tem na informática sua importante viabilizadora.

Vale transcrever o que estabelece o Estatuto Social da Epagri, no seu artigo 3º:

“Art. 3o - A EPAGRI tem por objetivos:

I - Participar, juntamente com os órgãos integrantes da Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, na formulação da política de geração de tecnologia e de assistência técnica e extensão rural.

II - Executar a política estadual de geração e difusão de tecnologia agropecuária, florestal e pesqueira, e de assistência técnica e extensão rural de conformidade com as diretrizes e objetivos estratégicos da Secretaria da Agricultura e Abastecimento.

III - Promover o desenvolvimento auto-sustentado da agropecuária catarinense, através da integração dos serviços de geração e difusão de tecnologia agropecuária, florestal e pesqueira e de assistência técnica e extensão rural.

IV - Planejar, coordenar e executar os planos, programas e projetos de geração e difusão de tecnologia agropecuária, florestal e pesqueira e de assistência técnica e extensão rural.

V - Celebrar convênios, contratos ou ajustes com órgãos da administração pública direta ou indireta e/ou entidades privadas no campo da geração e difusão de tecnologia agropecuária, florestal e pesqueira e de assistência técnica e extensão rural.”

4.1.3 - Distribuição geográfica

A administração estadual da Epagri está localizada em Florianópolis. Suas unidades estão distribuídas por 14 administrações regionais, com 10 estações experimentais, 11 centros de treinamento e 251 unidades municipais, gerenciadas num sistema de descentralização administrativa.

As administrações regionais (AR) estão espalhadas pelo estado, com suas atividades centralizadas nas seguintes cidades: Caçador, Canoinhas, Campos Novos, Chapecó, Concórdia, Florianópolis, Itajaí, Joinville, Lages, Rio do Sul, São Miguel do Oeste, Tubarão, Urussanga e Videira, conforme Figura 5.

Os centros de treinamentos (CETRE) estão localizados nos seguintes municípios: Agronômica, Araranguá, Chapecó, Concórdia, Canoinhas, Florianópolis, Itajaí, São Joaquim, São Miguel do Oeste e Videira.

As estações experimentais (EE) são em Canoinhas, Campos Novos, Itajaí, Ituporanga, Lages, São Joaquim, Urussanga e Videira. Em Chapecó a Epagri tem Centro de Pesquisa em Pequenas Propriedades - CPPP -.

O Ciram está sendo implantado nos prédios do Centro de Treinamento em Florianópolis, localizado na frente da sede da Epagri.

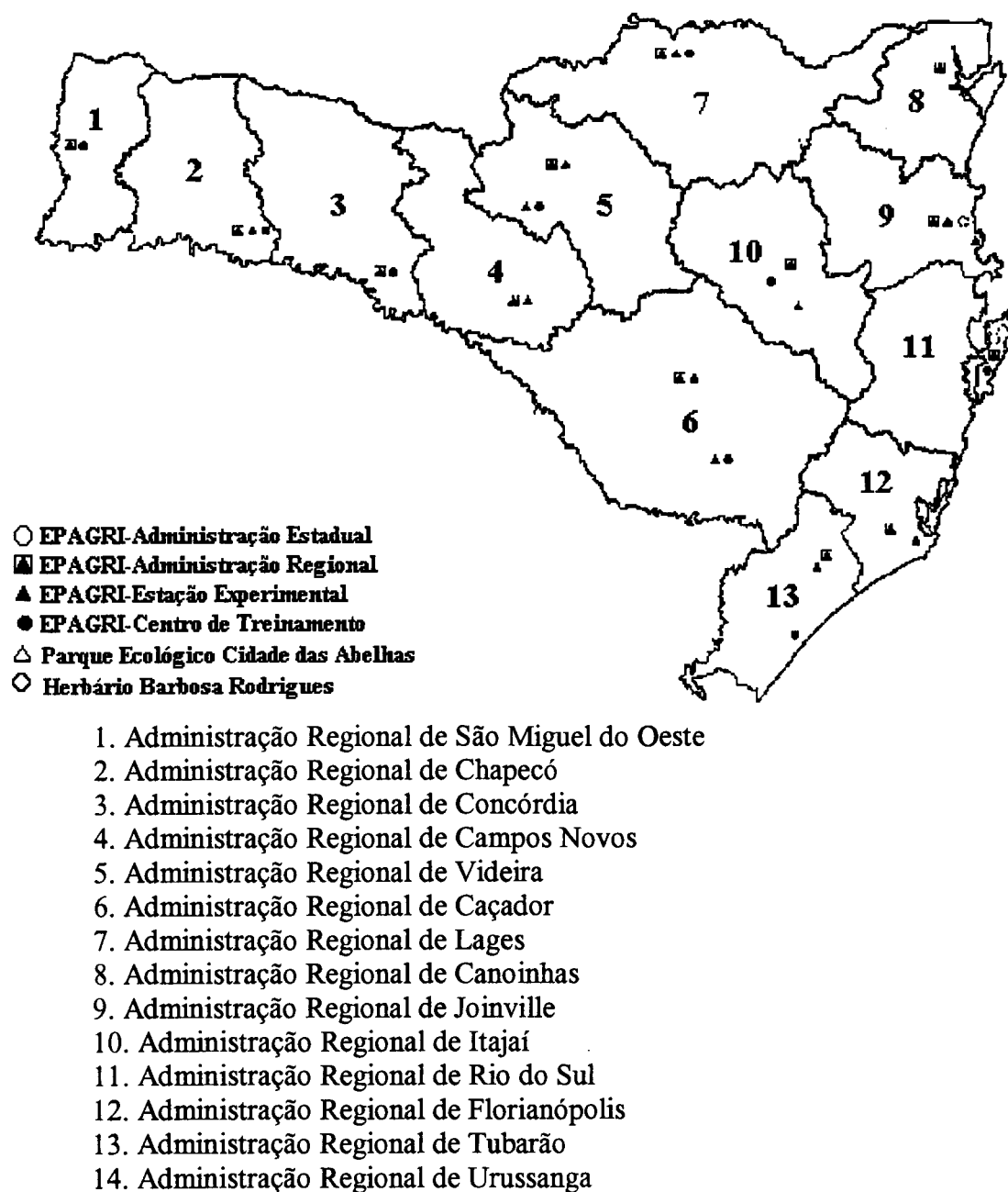


Figura 5 - Mapa do Estado de Santa Catarina com a distribuição das unidades da Epagri.

4.1.4 - Informática na instituição

A Epagri não possui um PDI (Plano Diretor de Informática), mas a coordenação de informática da empresa mantém controle dos equipamentos.

Ainda assim em algumas unidades foi necessário fazer o levantamento de informações dos equipamentos mais recentes, o que se fez com o envio e preenchimento de formulários. Na Figura 6 é apresentado o formulário utilizado para levantamento da situação existente na informática, com um exemplo já preenchido.

Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC S/A Unidade: CPPP	
Hardware/Software	Características
Micro PC	Pentium 100 Mhz, 16 MB RAM, 1,5 GB disco, SVGA 2MB, Modem 14,4
	Pentium 100 Mhz, 16 MB RAM, 1,5 GB disco, SVGA 2MB, Modem 14,4
	Pentium 100 Mhz, 16 MB RAM, 1,5 GB disco, SVGA 1MB
Impressora	HP 660C
	HP 870C
	Laser HP 4P/4M com placa de rede
Corel	Versão 4.0
Responsável:	Data:

Figura 6 - Proposta de formulário para levantamento da situação existente na informática.

Segundo levantamento realizado junto à Gerência de Informática da Epagri na sede em Florianópolis e nas unidades, há 190 microcomputadores e 7 *workstation* RISC e 112 impressoras nas diversas gerências estaduais. Existem, ainda, mais 111 microcomputadores e 108 impressoras espalhadas nas unidades da Epagri pelo estado de Santa Catarina conforme a Tabela 1.

A Estação Experimental de Ituporanga já possui uma rede local baseada em rede Windows com cinco pontos. A Estação Experimental de Chapecó também possui rede local baseada em Windows com seis pontos.

A sede em Florianópolis conta com uma rede Novell Netware 4.11 com 50 pontos. Nesta rede também circulam os protocolos da rede Windows, o SMB (Server Message Block) e o TCP/IP. Esta rede não atinge todas as dependências da sede da Epagri e a parte que está instalada tem cabeamento estruturado com *hubs* e um *switch Fast Ethernet* para a interligação

dos *hubs* e os servidores, diretamente ligados ao *switch*. Na Gerência de Informática o cabeamento utilizado é o cabo coaxial fino. Isto se deve ao fato de ter sido o primeiro foco da rede, sendo esta a parte mais antiga.

Tabela 1 - Distribuição de microcomputadores nas unidades da Epagri.

Unidades da Epagri	Sub Total
Admin. Regional de Florianópolis	15
Centro de Treinamento – Cetre	2
Admin. Regional de Joinville	12
Admin. Regional de São Miguel do Oeste	2
Admin. Regional de Tubarão	1
Admin. Regional de Urussanga	10
Estação Experimental de Urussanga	10
Centro de Treinamento de Araranguá – Cetrar	4
Admin. Regional de Canoinhas	2
Estação Experimental de Canoinhas	3
Estação Experimental de Itajaí	17
Admin. Regional de Rio Do Sul	31
Estação Experimental de Ituporanga	5
Centro de Treinamento de Agrônômica – Cetrag	1
Estação Experimental de Lages	10
Estação Experimental de São Joaquim	9
Admin. Regional de Campos Novos	2
Estação Experimental de Campos Novos	4
Admin. Regional de Caçador	10
Estação Experimental de Videira	5
Admin. Regional de Chapecó	18
Centro de Treinamento de Chapecó – Cetrec	3
Admin. Regional de Concórdia	4
Centro de Treinamento de Concórdia – Cetredia	1
TOTAL	111

As estações experimentais de Caçador e São Joaquim possuem rede Novell, mas encontram-se inoperantes. A Estação Experimental de Itajaí já possui um projeto de rede local, mas não obteve recursos para a implantação.

O Climerh também possui uma rede local Windows. Este tem um projeto de previsão de tempo em mesoescala, que prevê o uso do computador de alto desempenho da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina).

Outro aspecto a ser levado em conta é a RCT-SC (Rede Catarinense de Ciência e Tecnologia) institucionalizada em maio de 1995. O Governo do Estado está investindo, através da Funcitec (Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado de Santa Catarina), para criar uma malha de comunicação de dados interligando as instituições de ensino superior, de modo a implantar pontos de presença da RCT-SC em todas as regiões do estado. Assim vai possibilitar o acesso e disseminar o uso de serviços de rede, incentivando a comunidade acadêmica e científica a desenvolver seu trabalho com recursos de tecnologia de ponta. O *backbone* da RCT-SC pode ser visto na Figura 7.

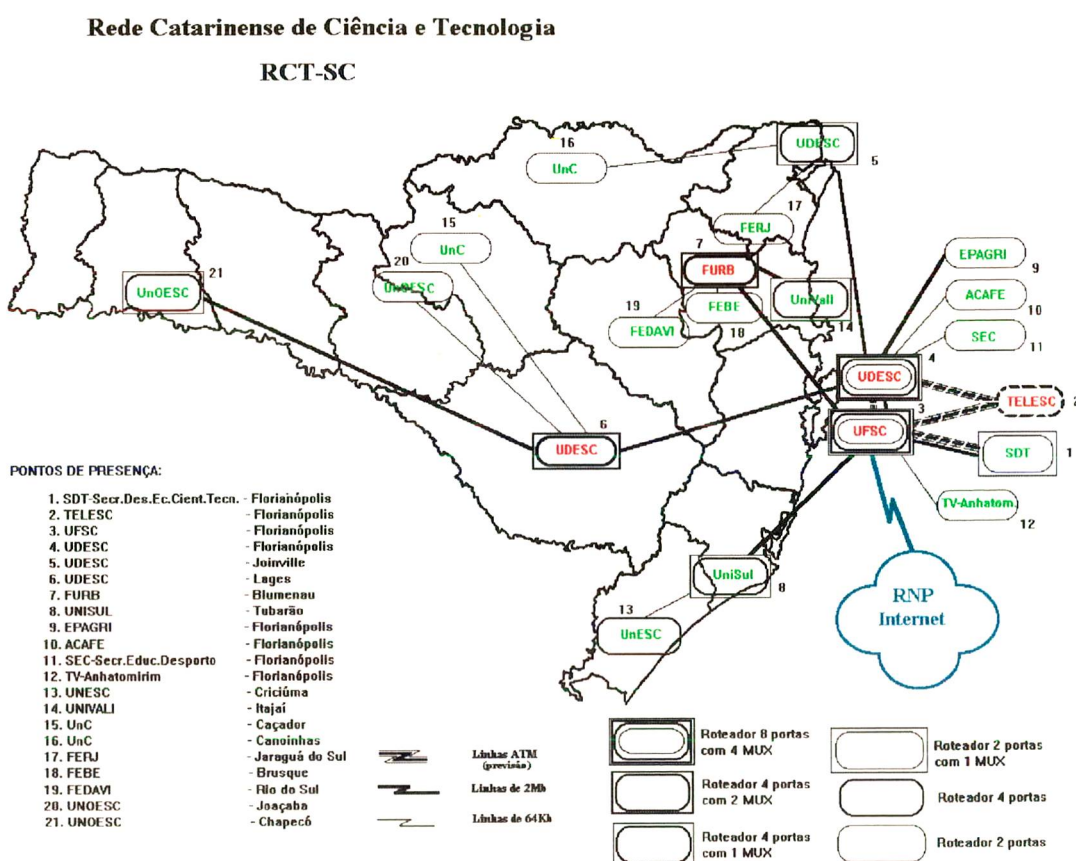


Figura 7 - *Backbone* da RCT-SC.

A Epagri tem participado desta iniciativa desde o seu projeto inicial, com o objetivo de cobrir uma lacuna existente entre seus pesquisadores e técnicos e as informações disponíveis pelo mundo todo. Agora é necessário que, internamente, a empresa se prepare para realizar efetivamente a sua conexão à RCT-SC e, conseqüentemente, à RNP e à Internet. Ela conta

com apoio governamental para esta ação, porque a Epagri está difundida em todas as regiões do estado, é considerada importante para o aumento da capilaridade dessa rede.

Este esforço deverá ser realizado através da implantação de recursos para conexão externa dos equipamentos existente em suas unidades, e da capacitação de seu corpo técnico para a utilização deste recurso na geração de tecnologia, sua divulgação, difusão e extensão.

A Epagri conta com um *link* (linha) de 2 Mbps da RCT-SC ligando a sede à Udesc - Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina. Na segunda fase da RCT-SC, deverá receber mais 16 linhas de 64Kbps.

Há um outro projeto no qual a Epagri também está envolvida com as outras empresas ligadas à Secretaria de Estado da Agricultura e a Udesc, para interligação destas instituições com uma rede local de fibra ótica, a qual poderá mais tarde ser usada com ATM a 155 Mbps.

Os *softwares* na Epagri são os do pacote MS-Office, Word, Excel, Power Point e Access. Além deste, são também utilizados: o Micro ISIS na biblioteca, Page Maker para editoração eletrônica das publicações da empresa, Corel para o mesmo fim, ArcInfo, Ilwis e Autocad para geoprocessamento, Grads para visualização de modelos de previsão de tempo, SAS como pacote estatístico, Hércules na área financeira e ATDC na contabilidade.

A folha de pagamento é processada no Ciasc (Centro Integrado de Automação de Santa Catarina). Estes dados são digitados em terminais na própria Epagri, sendo para isso utilizada uma linha de 19,2 Kbps que está ligada a um minicomputador Cobra 540, que está sendo desativado. Os dados do processamento da folha retornam em disquete e na Epagri são gerados alguns relatórios que o sistema da folha de pagamento do Ciasc não tem.

Além deste, estão em funcionamento algumas bases de dados desenvolvidas em Clipper e Access e programas em Basic.

Há um grande anseio dos funcionários de terem acesso à Internet e de poderem se comunicar via *e-mail*. Isso provocará demanda de programas que permitam acesso à Internet, de modo geral um *Browser Web* (WWW) e um *mailer* (gerenciador de correspondências). Não se pode deixar de oferecer produtos para facilitar o uso dos outros serviços Internet.

4.2 - Projeto lógico

Pronta a análise da instituição com o levantamento de informações da empresa, dos processos empresariais, da informática na instituição e das necessidades futuras da informática, pode-se começar o projeto lógico. Aqui são definidos os objetivos, o *backbone*, as rede locais que farão acesso ao *backbone*, os servidores e a parte de segurança para a rede projetada.

4.2.1 - Objetivo da rede

A rede da Epagri tem como objetivo global permitir a integração de todas as suas unidades, dar maior capilaridade à RCT-SC, bem como viabilizar o acesso das unidades à RNP e à Internet.

São objetivos específicos:

- permitir a comunicação entre as unidades descentralizadas e destas à Internet;
- tornar cada unidades da Epagri nó RCT-SC;
- envio de dados para manutenção de sistemas de informações da empresa;
- viabilizar a consulta de informações da empresa e outras instituições nacionais e internacionais através de WWW, FTP e outros serviços com esta finalidade;
- facilitar a busca de informações para auxiliar a empresa no desenvolvimento de suas ações;
- auxiliar a cúpula diretiva da empresa em suas tomadas de decisão estratégicas e administrativas;
- promover comunicação entre os funcionários de todo o estado através de correio eletrônico e outros serviços afins.

4.2.2 - Backbone e redes locais

Como a Epagri é co-signatária do protocolo de cooperação técnica que instituiu a implantação da RCT-SC, ela tem à sua disposição todo o *backbone* implantado. Este *backbone* é constituído de 114 pontos de presença distribuídos uniformemente pelo estado de Santa Catarina.

A política de expansão adotada pela RCT-SC determina que novos pontos sejam conectados ao ponto de presença geograficamente mais próximo. Desta forma, foram implantadas linhas para interligação das unidades de pesquisa da Epagri aos pontos de presença em suas regiões. As unidades estão situadas em Caçador, Canoinhas, Campos Novos, Chapecó, Concórdia, Florianópolis (Centro Integrado de Informações do Meio Ambiente e Parque Ecológico Cidade das Abelhas), Itajaí (Estação Experimental e Campo Experimental de Piscicultura), Ituporanga, Joinville, Lages, São Joaquim, Urussanga, São Miguel do Oeste e Tubarão.

As outras unidades da empresa - gerências regionais, centros de treinamento e escritórios locais - serão integradas à rede corporativa por acesso discado. Desta forma fica montado o *backbone* da empresa.

Em cada um dos 16 pontos da RCT-SC na Epagri haverá necessidade de um roteador, um servidor e uma rede local.

A rede local irá permitir o acesso ao *backbone* da empresa a todos os funcionários, assim como o compartilhamento dos recursos e das informações.

4.2.3 - Servidores

Na sede existe uma rede local com dois servidores: um servidor de arquivo/impressão Novell e um servidor IBM RS6000 *RISC*, atendendo a todos os serviços Internet. Este é utilizado como servidor corporativo.

As unidade que possuem rede, Estação Experimental de Ituporanga e Estação Experimental de Chapecó, não usam um servidor dedicado, pois são redes locais baseadas em Windows.

Todas as unidades deverão ter servidores baseados em microcomputadores compatíveis com IBM PC.

4.2.4 - Segurança

Nos levantamentos realizados na etapa de análise da instituição, foi detectada ausência de uma política de segurança para a informática. Este item define a política de segurança que será adotada pelos administradores de todas as redes locais.

Na sede onde há rede local, existe uma política de *back-up* que deverá ser estendida a todas as redes locais. Esta política de *back-up* consiste em dois *back-ups* diários, um realizado entre 12:00 e 14:00 e o outro após as 18:00. Destes, o *back-up* das 18:00 é feito em uma fita para cada dia da semana. Às sextas-feiras é feito um *back-up* adicional, que é guardado por um mês. Ao findar o mês, é realizado outro *back-up* e este será guardado por cinco anos.

Este esquema de *back-up* é realizado nos sistemas de informações existentes no servidor e sobre as informação dos usuários. Existe ainda

Também foi definido que os funcionários usuários de informática terão um diretório no servidor que só eles poderá acessar, salvo exceções, e este diretório deverá ser usado para trabalhar e armazenar os seus arquivos. Desta forma, estará garantido o *back-up* de seus arquivos. Em caso de necessidade de busca de determinada informação, se o funcionário estiver ausente (por morte, demissão, férias, aposentadoria, ...) o administrador terá como acessá-la.

O administrador deverá ainda manter dois *back-ups* alternados da configuração dos sistema operacional do servidor, assim como de outros arquivos de importância relevante, como, por exemplo, as caixas postais.

As senhas das contas nos servidores deverão ser trocadas a cada três meses e não poderão ser reutilizadas dentro de um ano e meio. Estas senhas deverão ter no mínimo quatro caracteres, sendo um caracter não-letra (números ou caracteres especiais). A senha não poderá ter duas letras repetidas da senha anterior e três letras repetidas na mesma senha. Os usuários, duas semanas antes de a senha expirar, deverão ser avisados que devem trocá-la, senão a conta será bloqueada.

Deverá ser adotado *firewall* para cada rede local. Este *firewall* não permitirá que saiam das redes locais requisições com o endereço IP usado pelos clientes para a Internet. Devem-se manter registros (logs) dos acessos de fora da rede local e só terá acesso por telnet quem solicitar previamente ao administrador e este julgar relevante.

O servidor e os equipamentos de rede deverão ser ligados em *no-breaks*.

Com estas medidas, espera-se garantir a integridade dos dados e a continuidade da operação da rede.

4.3 - Projeto físico

No projeto físico definiu-se topologia, meios de transmissão, equipamentos e *softwares* de rede, infra-estrutura, administração, diagrama e orçamento da rede corporativa da Epagri.

4.3.1 - Topologia da rede

Pela análise das características da empresa, a topologia do *backbone* será distribuída de forma a interligar as unidades de âmbito regional.

Estas unidades terão redes locais dispostas em barramento, usando a tecnologia *Ethernet*. Não há necessidade de adoção de outro tipo de topologia porque as redes locais serão usadas em ambiente de escritório e não necessitam de serviços que exijam manutenção de relação temporal da informação no destino.

Mais informações sobre topologia de rede podem ser vistas no Anexo 2.

Desta forma, as redes locais ficam interligadas pelo *backbone*, possibilitando uma modularidade tanto para implantação quanto para futuras expansões.

4.3.2 - Meios de transmissão

Como a Epagri faz parte da RCT-SC, pode usufruir da sua infra-estrutura, que utiliza linhas de 2 Mbps para interconexão dos pontos distribuidores (Blumenau, Chapecó, Itajaí, Florianópolis, Joinville, Lages e Tubarão) e linhas de no mínimo 64 Kbps nos demais pontos contratadas da Telesc (Telecomunicações de Santa Catarina S/A).

Nas redes locais devem ser adotados cabos de par trançado categoria 5, não ultrapassando 90 metros por segmento, conforme padrão de cabeamento estruturado EIA/TIA-568 e fibra ótica para a interligação de prédios. A opção de interligação entre prédios com fibra ótica se deve à segurança que esta oferece em situações de intempéries. Mais informações sobre cabeamento podem ser vistas no Anexo 3.

Cada uma unidade da Epagri, dotada com recursos de rede, irá prover acesso discado aos escritórios locais. Desta forma é necessário contratar linhas telefônicas convencionais. Será contratada uma linha telefônica para cada uma das unidades em um primeiro momento, contratando-se mais à medida da demanda.

4.3.3 - Equipamentos e *softwares* de rede

Será adquirido para cada rede local das unidades da Epagri, com exceção da sede, um conjunto para instalação da rede. Este conjunto é composto de roteador, PC servidor, placas de rede, cabos, conectores, canaletas, caixa de tomadas de rede, *hub* 12 portas gerenciáveis, *rack*, *no-break*, linha telefônica, serviços de instalação e cursos para o administrador e usuários da rede local. Na tabela 2 pode ser vista a necessidade de *hardware*.

Os servidores serão baseados em microcomputadores compatíveis com IBM PC com processador Pentium 200, disco rígido de no mínimo 3 GB *Fast SCSI (Small Computer Interface)*, placa de fax/modem interna de 33,6 Kbps e unidade de fita DAT (*Digital Audio Tape*). Os roteadores deverão ser gerenciáveis e ter duas portas WAN.

O sistema operacional de rede definido para os servidores com base em microcomputador compatível com IBM PC é o Linux, a ser adquirido. Este é o mais adequado aos propósitos da empresa, pois tem capacidade para ser utilizado ao mesmo tempo como servidor de arquivos, de impressão, dos serviços Internet (DNS, *e-mail*, WWW, FTP,

etc), acesso discado e tem ferramentas de *firewall*. Além disso é de domínio público pagando-se somente pela mídia.

A pilha de protocolos adotada é a da arquitetura Internet, TCP/IP. A Epagri conta hoje com três endereços classe C. Deverão ser solicitado mais números para atender à demanda. Os endereço IP classe C serão divididos em sub-redes.

Nas redes locais deve ser usado também o protocolo SMB da rede Windows. O Linux o tem implementado através do samba, podendo desta forma servir impressão e arquivo.

Será instalado um *switch* ATM gerenciável no Ciram. É necessário porque o Climerh, que faz parte do Ciram, tem demanda para uma banda maior com a UFSC para rodar o modelo de previsão de tempo em mesoescala, RAMS. A infra-estrutura para o ATM do Ciram à UFSC está em implantação.

Tabela 2 - Tabela de equipamentos de rede necessários para rede da Epagri

Equipamento	Unidade	Quantidade
Roteador	Unidade	16
Switch ATM	Unidade	1
PC Servidor	Unidade	16
Placa de rede	Unidade	160
Cabos	Metro	2400
Conectores	Unidade	250
Canaleta	Metro	640
Serviço de instalação	Hora	160
Caixa e tomada	Unidade	160
Hub 12 portas	Unidade	16
No-break 1Kva	Unidade	16
Rack	Unidade	16
Linha telefônica	Unidade	16
Curso do roteador	Unidade	16
Curso de administração	Unidade	16
Curso Internet p/ usuários	Unidade	160
Consultoria	Hora	16
Viagens, hosp./aliment.	Diária	16

4.3.4 - Infra-estrutura da rede

Os prédios onde estão instaladas as unidades da Epagri não possuem infra-estrutura para o cabeamento de rede, sendo assim necessária a colocação de eletrodutos ou canaletas.

O cabeamento deverá ser instalado em canaletas aparentes de 5 x 2 centímetros, fixadas na parede a 20 centímetros do chão. Deve ser mantida uma distância mínima entre os cabos de comunicação e os de distribuição elétrica de 15 centímetros, respeitando a norma de cabeamento estruturado EIA/TIA 568.

Deve ser feita uma rede elétrica aterrada, específica para os computadores e equipamentos de rede.

Para a realização destes serviços devem ser contratadas empresas especializadas.

4.3.5 - Administração da rede

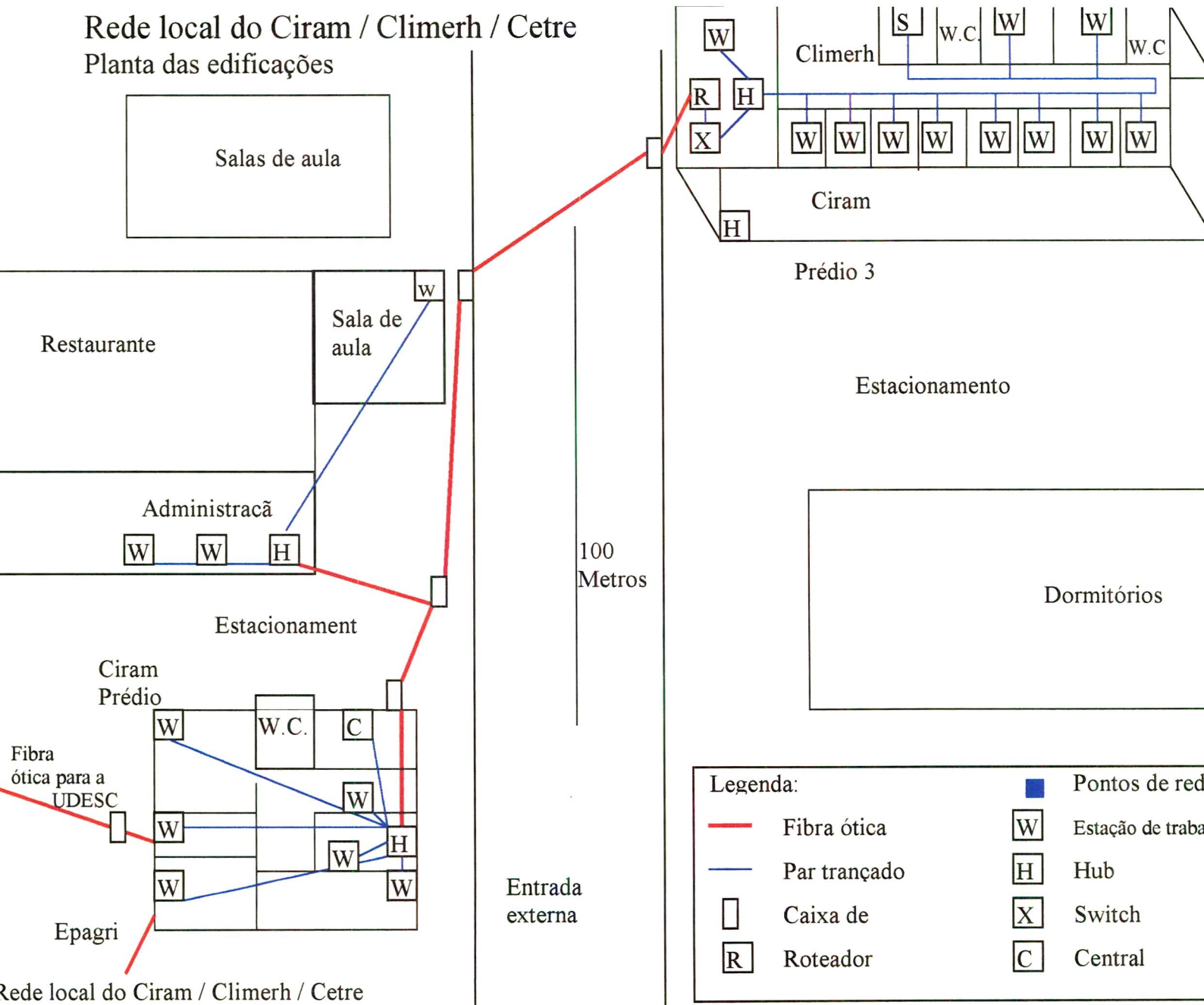
A administração das redes locais será realizada na própria unidade. Para isso será treinado um funcionário em cada unidade com rede local.

Os administradores devem exercer funções como:

- gerenciar as contas dos usuários e os grupos;
- configurar filas e resolver problemas com impressão;
- fazer *back-ups* e restaurá-los quando necessário;
- orientar os usuários;
- instalar programas no servidor e fazer atualizações, quando necessário, dos programas e do sistema operacional;
- detectar, diagnosticar e prevenir problemas com a rede (como no servidor, com as contas dos usuários, equipamentos clientes da rede, cabos, ...);
- configurar e dar manutenção na configuração das máquinas na rede;
- controlar o desempenho da rede;
- eventualmente contabilizar a utilização dos recursos;
- ajudar a administração da sede e a administração da RCT-SC a solucionar problemas no *backbone*.

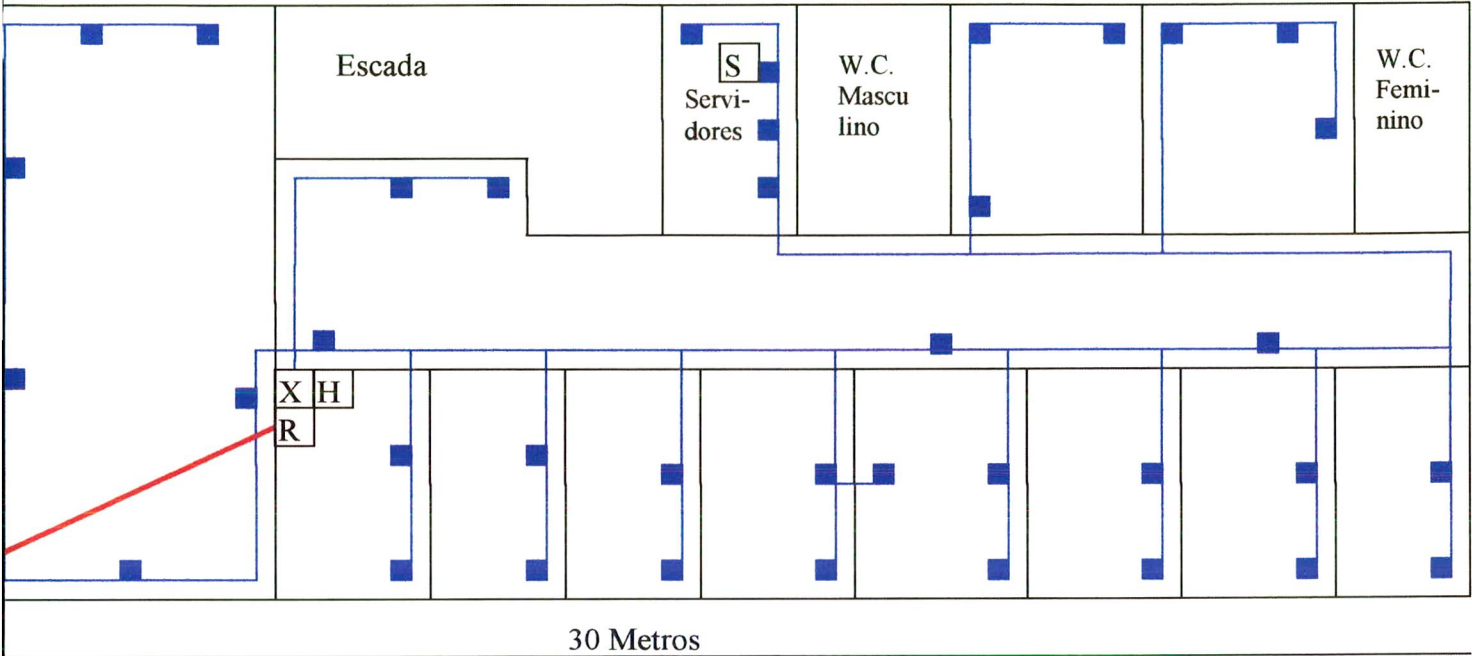
Rede local do Ciram / Climerh / Cetre

Planta das edificações



A figura 10 exibe o diagrama de um dos prédios da rede local do Ciram (prédio 3, o qual consta da figura anterior).

Rede local prédio 3
Pavimento superior Climerh



Pavimento inferior Ciram

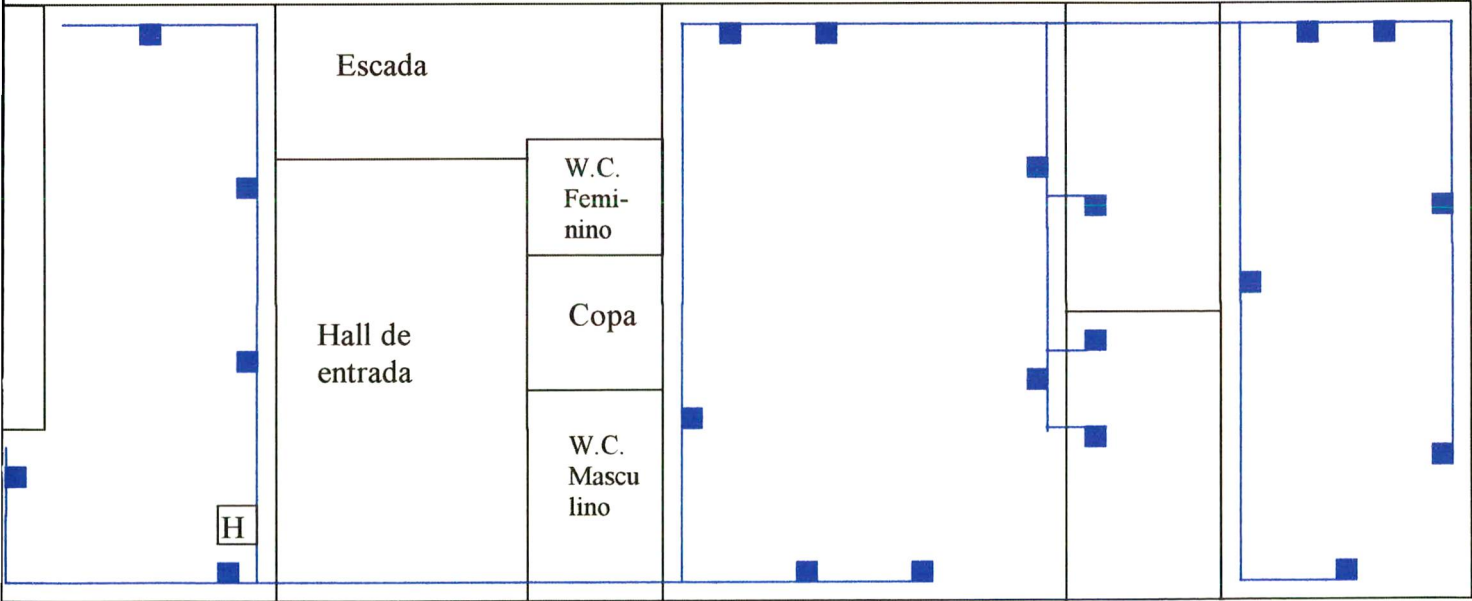


Figura 10 - Diagrama da rede local do Ciram no prédio 3, com dois pavimentos.

10 Metros

4.3.7 - Orçamento da rede

O orçamento foi feito de acordo com o levantamento das necessidades de *hardware* e *software*.

Foi feito levantamento em diversas empresas de fornecimento na praça de Florianópolis e arredondado para ter uma idéia de custo da rede corporativa. Na tabela 3 pode ser visto um orçamento para a rede inteira da Epagri.

Tabela 3 - Orçamento da rede corporativa Epagri

Equipamento	Custo unit.em R\$	Unidade	Quantidade	Custo total
Roteador	2.500,00	Unidade	16	40.000,00
Switch	2.500,00	Unidade	1	2.500,00
PC Servidor	5.000,00	Unidade	16	80.000,00
Placa de rede	80,00	Unidade	160	12.800,00
Cabos	0,50	Metro	2400	1.200,00
Conectores	1,00	Unidade	250	250,00
Canaleta	7,50	Metro	640	4.800,00
Serviço de instalação	50,00	Hora	160	8.000,00
Caixa e tomada	20,00	Unidade	160	3.200,00
Hub 12 portas	300,00	Unidade	16	4.800,00
No-break 1Kva	500,00	Unidade	16	8.000,00
Rack	300,00	Unidade	16	4.800,00
Linha telefônica	80,00	Unidade	16	1.280,00
Curso do roteador	2.000,00	Unidade	16	32.000,00
Curso de administração	2.000,00	Unidade	16	32.000,00
Curso Internet p/ usuários	50,00	Unidade	160	8.000,00
Consultoria	50,00	Hora	16	800,00
Viagens, hosp./aliment.	1.000,00	Diárias	16	16.000,00
				260.430,00

4.4 - Implantação e reavaliação

Esta etapa define a implantação da rede. Define-se um plano de implantação com cronograma, treinamentos, divulgação e reavaliação.

4.4.1 - Plano de implantação

Como pode ser visto na Figura 11, a rede corporativa da Epagri será implantada em sete etapas de forma a diluir os custos de investimentos ao longo do tempo.

Outra vantagem desta forma de implantação é o aperfeiçoamento dos métodos de implantação e treinamento nas instalações subseqüentes, podendo-se corrigir possíveis erros ou falhas. Os administradores também podem tirar proveito acompanhando as instalações anteriores à de sua unidade, como a possibilidade de tirar dúvidas nas próximas instalações e cursos.

A primeira etapa será implantado na sede, Ciram e CPPP. A sede já possui seus prédios parcialmente cobertos pela rede local e tem em funcionamento *link* com o *backbone* da RCT-SC. Será necessária a expansão da rede da sede aos locais que não a possuem ainda e a implantação de acesso discado.

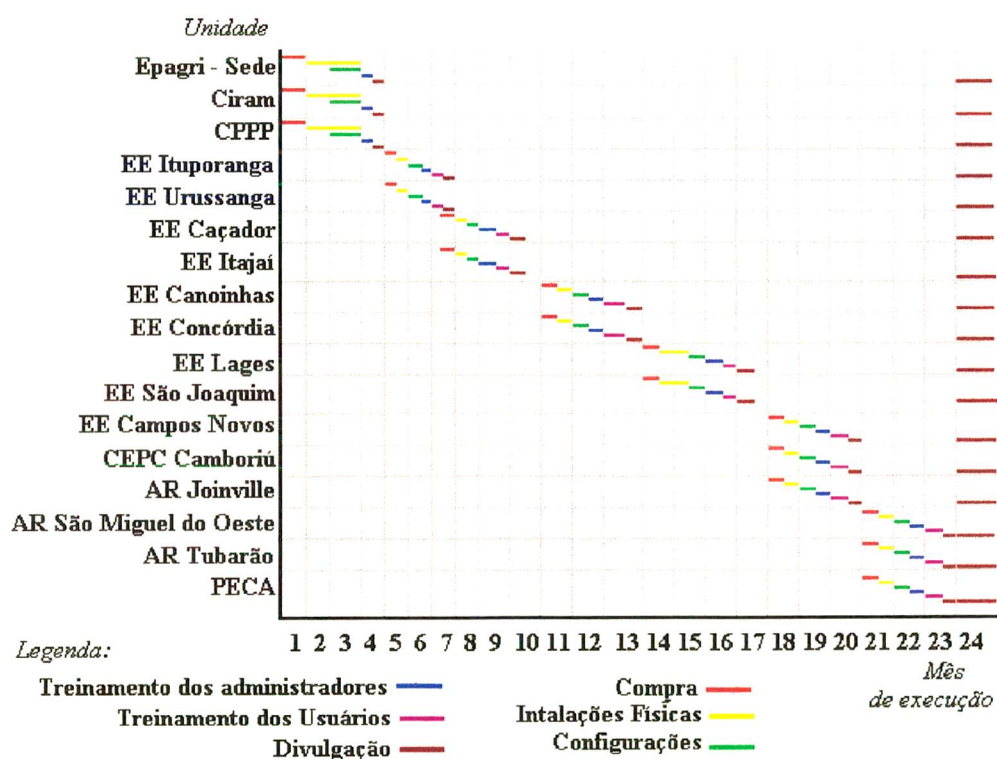


Figura 11 - Cronograma da rede corporativa da Epagri.

O Círam, por estar em fase de implantação, conta com recursos financeiros que podem ser alocados para implantação da rede local. Além disso, o Climerh, que faz parte do Círam, já possui rede local e *link* com o *backbone* da RCT-SC que será aproveitado para a ligação de todo o Círam.

O CPPP em Chapecó, também possui rede local, roteador e a Telesc já instalou o *link* com o *backbone* da RCT-SC. Aqui será necessário instalar o servidor, o acesso discado e dar treinamentos.

A segunda etapa da instalação se dará nas estações experimentais de Ituporanga e Urussanga, pois Ituporanga já possui rede local e a Estação Experimental de Urussanga tem disponíveis recursos próprios para a implantação da rede local.

A terceira etapa será nas estações experimentais de Caçador e Itajaí. Em Caçador, a rede local que está desativada era instalada cabos coaxiais finos e não poderá ser reaproveitada; tudo deverá ser feito de novo. A Estação Experimental de Itajaí já possuía projeto para rede local e também será feito tudo novo.

As etapas de implantação 4 (Canoinhas e Concórdia), 5 (Lages e São Joaquim), 6 (Campos Novos, Camboriú e Joinville) e 7 (São Miguel do Oeste, Tubarão e Parque Estadual Cidade das Abelhas) serão instalações novas e não possuíam projetos das redes locais. Serão executadas no segundo ano da implantação da rede corporativa da Epagri.

Ao término da implantação está prevista uma nova divulgação, de forma que os usuários antigos e os novos usuários que surgirem no período da implantação, tenham reavivado ou conheçam as potencialidades da rede.

4.4.2 - Treinamento dos Usuários

Será fornecido um curso de duas semanas sobre Unix, administração de rede/Unix e roteador para a pessoa que virá a ser o administrador da rede local. Este curso contempla os comandos, a instalação do sistema operacional, sua configuração, instalação de processos servidores (WWW, FTP, DNS, *sendmail*, PPP, SLIP,...), segurança e administração do sistema e configuração do roteador.

Os usuários receberão curso para poderem tirar melhor proveito da rede. Este curso terá carga horária de oito horas e depois será divulgado através da intranet. Este curso terá como conteúdo conceitos básicos, utilização da rede local (comunicação entre microcomputadores, compartilhamento de impressoras e discos), noções importantes sobre senha, vírus e *back-up* e serviços Internet (*e-mail*, WWW, FTP e Telnet).

4.4.3 - Divulgação da rede

Deverá ser elaborado um material informativo em forma de *folder* para ser distribuído a todos os funcionários. Este *folder* apresentará os serviços disponíveis na rede local e na rede corporativa. Também terá um mapa para que os funcionários conheçam a abrangência desta. Será criada uma lista para a troca de *e-mail* com todos os funcionários da Epagri. Ela será divulgada no *folder*. Deverá ser desenvolvida uma intranet para divulgação destas informações, assim como da lista de *e-mail* de todos os funcionários.

4.4.4 - Avaliação e reavaliação da rede Epagri

Como foi visto no item 4.4.1, a rede corporativa da Epagri deverá estar completamente implantada em 2 anos.

Durante o processo de implantação, as instalações de cada etapa deverão ser reavaliadas e, na medida do possível corrigidos eventuais problemas.

A rede deverá ser reavaliada a cada três anos para identificar novos serviços, identificar falhas e corrigi-las.

5 - Considerações finais

5.1 - Avaliação dos resultados

Em busca do objetivo deste trabalho, uma metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes corporativas, foram feitas algumas entrevistas, vistos alguns casos práticos de redes corporativas, além de ter sido consultada bibliografia sobre o assunto. Algumas metodologias existentes foram tomadas como base, adaptadas e expandidas.

A metodologia proposta é coesa, pois das suas quatro etapas a etapa de análise da instituição está calcada na análise do negócio da empresa, dos processos empresariais, na análise da informática na instituição e de tendências, necessidades e expectativas de informática, sempre de acordo com os processos empresariais.

Para auxiliar, este trabalho apresenta conceitos básicos de rede, como *hardware*, *software*, topologias e tipos de cabos e algumas tecnologias emergentes nos anexos.

Apesar de o projetista ter em mãos uma metodologia como a proposta, calcada nas necessidades e tendências evolutivas da corporação, é muito importante que ele tenha conhecimento e domínio das tecnologias de redes, assim como deve manter-se atualizado a respeito de novas tecnologias, pois a cada dia surgem novas tecnologias cada vez mais rápidas, e também novos produtos que implementam tais tecnologias. Mesmo de posse de tal bagagem de conhecimento, o projetista pode incorrer em erros, devido às peculiaridades de cada projeto e ao grande volume de informações que deve manipular, nem sempre propondo a solução mais adequada ao ambiente considerado.

Durante a elaboração do estudo de caso, buscou-se ao máximo aplicar os recursos de forma consciente e racional, preservando os investimentos já realizados. Porém, não se pode esquecer que as tecnologia na área de informática evoluem muito rapidamente.

Foi estudada a estrutura da empresa, assim como os objetivos desta, definindo com o auxílio destas informações os objetivos da rede para a empresa. Com estas informações buscaram-se também os melhores caminhos para que ocorresse a implantação, envolvendo os usuários para que as pessoas resistissem menos às mudanças.

“O projetista de uma rede de computadores deve ser um profissional que conheça a tecnologia de redes para que possa se envolver no desenvolvimento de um projeto. Este é um pré-requisito indispensável para que os resultados, em qualquer fase do processo, sejam bem sucedidos. A disponibilidade de uma metodologia, que oriente e conduza o projetista de uma rede de computadores no desenvolvimento do projeto e sua implantação, indiscutivelmente é uma "ferramenta" útil e muito importante” [Stringari1995].

5.2 - Contribuições do trabalho

Este trabalho na primeira fase diferencia-se das metodologias analisadas pela inclusão da análise do negócio da empresa na qual será instalada a rede. Isso se deve ao fato de que uma rede projetada para uma universidade pode ter características completamente diferentes de uma rede projetada para uma empresa fabril.

Na Segunda fase a contribuição está na etapa de segurança que, é explorada com mais profundidade que as outras metodologias

Possui uma fase dedicada para implantação e avaliação e/ou reavaliação que contribui com cronograma de implantação e avaliação ou reavaliação, pois as metodologias analisadas não possuem esta abordagem.

Dentro do escopo desta dissertação de mestrado, podem-se identificar como contribuições:

- a metodologia composta por quatro etapas: análise da instituição, projeto lógico, projeto físico e implantação e reavaliação;
- o estudo de processos empresariais e planos de negócios;
- a implantação de redes locais, metropolitanas e de longa distância,
- a especificação de um item para segurança da rede, com esquematização de dispositivos, serviços e mecanismos de segurança;
- uma revisão bibliográfica sobre o assunto;

- conceitos básicos de rede, como de *hardware*, *software*, topologias e tipos de cabos e algumas tecnologias emergentes constantes nos anexos.

5.3 - Trabalhos futuros

A metodologia aqui proposta não pretende esgotar todas as possibilidades. Uma sugestão é a criação de um banco de dados de problemas na rede implementação de agentes de gerência pró-ativa.

Também pode-se realizar trabalhos futuros no detalhamento de cada um dos itens das fases, como por exemplo o detalhamento de como especificar as linhas de transmissão ou dos servidores.

Outra possibilidade é a implementação de ferramentas que auxiliem a produção do projeto.

ANEXOS

Anexo 1 - Interconexão de redes

A necessidade de interconectar redes é determinada por dois fatores principais: equipamentos localizados em redes fisicamente separadas que necessitam interoperar e redes muito grandes, que precisam ser segmentadas por razões de desempenho e/ou administração.

Os equipamentos devem ser ligados de acordo com a topologia que mais se adapta à organização lógica do ambiente. Para isso, podemos ter topologias híbridas e redes com sub-redes ou segmentos de redes.

A segmentação da rede ocorre quando ela fica muito grande, causando problemas para a administração e queda de desempenho.

Atualmente, podem-se fazer redes locais virtuais, ou VLAN (*Virtual Local Area Network*). Esta permite que os administradores segmentem a rede em LANs (*Local Area Network*) lógicas, independentemente da estrutura física. As VLANs podem, assim, simplificar tarefas de gerenciamento, como a movimentação e o acréscimo de estações ou a criação de grupos de trabalhos.

Além disso, as empresas que já têm redes espalhadas e isoladas também precisam interconectá-las para poder trocar informações.

A interconexão de redes pode ser feita de forma temporária ou permanente, dependendo das necessidades dos usuários. No caso de uma interconexão temporária, pode-se usar como meio físico a rede comutada de telefonia, onde os usuários enviam seus dados através da rede telefônica. Já, se a interconexão for permanente, pode-se usar como meio físico a rede de comutação de pacotes, projetada para levar os dados através de uma linha de velocidade mais alta e de uma forma mais otimizada, ou uma linha dedicada, que em alguns casos pode ser muito dispendiosa. Também é necessário utilizar *softwares* e *hardwares* que atendam às mais diversas necessidades de interconexão de redes, como repetidores, *hubs* (concentradores), *bridges* (pontes), *switches* (comutadores), *gateways* (passarela) e *routers* (roteadores). Com um mercado dinâmico e competitivo, esses equipamentos acabam por ter funções sobrepostas, criando grande confusão em diferenciá-los; por exemplo, um produto denominado “*brouter*”, é um equipamento que mistura funções de *bridge* e de *router*.

A1.1 - Repetidores

Um repetidor simplesmente recebe os bits (sinais elétricos) de cada uma das redes que interliga e as repete nas demais redes sem realizar qualquer tratamento; por isso, é comum dizer que um repetidor é um dispositivo da camada física[Derfler1996]. Os repetidores podem ser utilizados em redes anel ou barramento, como pode ser visto na Figura 14.

Ao repetir todas as mensagens que recebe, um tráfego inútil é gerado pelo repetidor quando os bits repetidos não se destinam às redes interligadas, isto é, quando a origem e o destino da mensagem pertencem à mesma rede.

Os repetidores não podem interconectar redes que utilizem protocolos de comunicação diferentes mas podem interconectar diferentes tipos de meios físico, tais como cabos coaxiais, fibra ótica e par trançado.

Os repetidores são relativamente baratos e de fácil instalação.

A1.2 - *Bridges* (Pontes)

Ao contrário dos repetidores, as pontes só repetem as mensagens destinadas às estações de outra rede, pois a ponte tem condições de verificar o endereço-destino. As funções das pontes são aquelas associadas à subcamada de controle de acesso ao meio (MAC) da camada de enlace (camada 2 do RM-OSI).

Ao contrário dos repetidores, estas podem fazer conexão de duas redes, ou dois segmentos, com protocolo de enlace diferentes, como na Figura 14, também podendo aceitar tipos de meios físicos diferentes.

As pontes, além de poder estender as redes, também podem segmentar o tráfego. As pontes de modem podem reconhecer ligações redundantes entre segmentos de rede local e bloqueá-las até que sejam necessárias como rotas de *back-up*.

Pelo fato de as pontes lerem o endereço e só então permitirem a passagem do pacote, precisam ser rápidas, tornando, assim, o hardware relativamente caro. As pontes também podem ser implementadas em *software*, que pode ser executado até em um micro compatível com IBM PC (*Personal computer*).[Derfler1996]

A1.3 - Gateway

Permite interconexão de redes com tecnologias diferentes. Um *gateway* reúne as funções que resolvem os problemas das duas soluções anteriores.

Tanto na conexão com rede comutada de telefonia como nas linhas privadas, o computador remoto espera estar conectado a um equipamento como controlador de terminais ou um terminal. O *gateway*, neste caso, pode emular um desses equipamentos ou mesmo vários deles, convertendo os protocolos usados na rede local para os utilizados entre esses equipamentos e o computador remoto. Assim, um *gateway* utilizado para conexão de rede local com a rede de longa distância é visto, por ambas as redes, como hospedeiro.

O *gateway* tem ainda outras funções como autenticação, coleta de estatísticas/tarifação, conversão de protocolos entre redes. Pode atuar nas camadas 4, 5, 6 e 7 do modelo OSI. A Figura 14 ilustra um *gateway* entre o sistema de mensagem de correio eletrônico da arquitetura Internet (SMTP) e o serviço de correio eletrônico oferecido pela Embratel (SMT-400).

A1.4 - Hubs

Os *hubs* são repetidores especiais, que superam limitações eletromecânicas de um segmento de rede. São divididos em três tipos: *hubs* passivos, ativos e inteligentes. Fisicamente, são topologia em estrela, mas logicamente implementam topologia em barramento, como pode ser visto na Figura 12. Mais informações sobre topologia podem ser vistas no Anexo 2.

Os *hubs* passivos fazem a conexão entre segmentos, mas não regeneram os sinais, ao contrário dos *hubs* ativos que os regeneram.

Já os *hubs* inteligentes (incluindo os *switching*), além de regenerar o sinal e auxiliar no gerenciamento da rede, também segmentam o tráfego de informações entre os segmentos de rede, como será apresentado no próximo item.

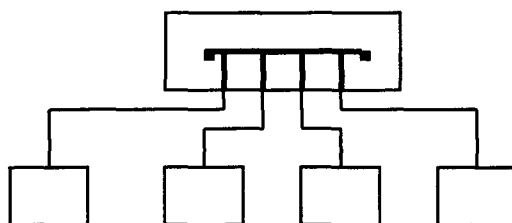


Figura 12 – A topologia física do *hub* é uma estrela e a lógica é em barramento

A1.5 - Switches

Os *switches* são dispositivos para interconexão de redes ou segmentos que, além de funcionar como as pontes, criam momentaneamente um circuito dedicado à transmissão daquele pacote, permitindo a velocidade total do meio de transmissão (por exemplo, 10 Mbps em uma rede Ethernet), como se vê na Figura 13.

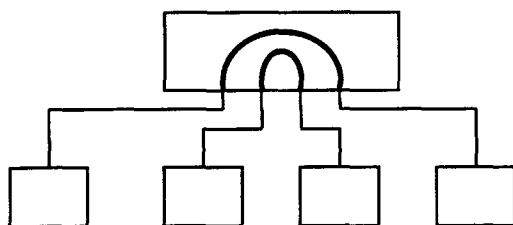


Figura 13 - Esquema lógico do funcionamento de um *switch*.

Os *switches* conseguem estabelecer vários circuitos momentâneos. Esta característica é mais interessante pois cada segmento (ou mesmo um simples nó) associado às portas do *switch* terá, para si a taxa plena. Como isso ocorre simultaneamente com vários pontos de

conexão do *switch*, naquele instante o *throughput* (a vazão) da rede foi "virtualmente multiplicado" pelo número de pontos ativos.

São mais baratos que as pontes e a sua tecnologia permite a implementação de redes virtuais.

A1.6 - Routers (Roteadores)

Os roteadores são os mais poderosos entre os hardwares de interconexão de redes. Entretanto, devido à sua complexidade, são mais lentos que as pontes.

Eles trabalham na camada 3 do RM-OSI (camada de rede). Ao contrário das pontes, os roteadores não conhecem a posição exata de cada nó, só os endereços das sub-redes ligadas a eles. Eles lêem as informações contidas em cada pacote ou quadro, utilizam procedimentos de endereçamento de rede para determinar o encaminhamento adequado[Derfler1996].

São de difícil instalação, configuração e operação. Também são de duas a três vezes mais caros que as pontes. Um exemplo de utilização pode ser visto na Figura 14.

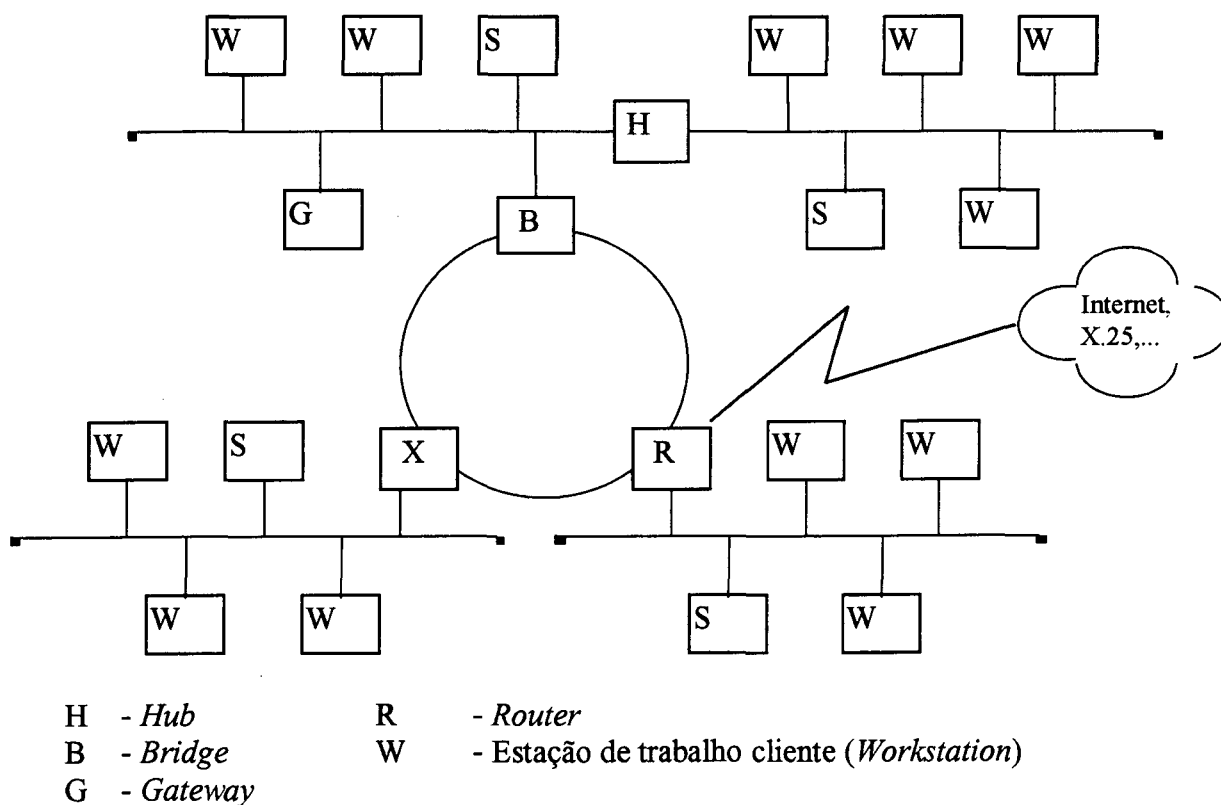


Figura 14 - Roteador, bridge, gateway e repetidor.

Também atuam como uma parede entre segmentos de rede local, evitando que problemas de um segmento prejudiquem os demais ou, evitando por questões de segurança, evitando o acesso de usuários não autorizados na sub-rede (*firewall*).

Pelo fato de não dependerem dos protocolos da camada MAC (*Medium Access Control* - Controle de Acesso ao Meio), podem converter Ethernet, *Token-Ring* e outros esquemas de sinalização aos meios físicos.

Anexo 2 - Topologias clássicas de redes

No contexto de redes de computadores, o termo topologia se refere a como as estações são interconectadas. Uma topologia é definida pelo *layout* das ligações de comunicações e determina o caminho dos dados entre duas estações. Devem-se, também, levar em conta os tipos de ligações possíveis: ponto-a-ponto e multiponto.

Os tópicos a seguir apresentam uma revisão de algumas das principais topologias de redes de computadores: estrela, barramento, anel, árvore, malha e ainda a diferença entre topologia lógica e topologia física.

A2.1 - Estrela

Como se pode ver na Figura 15, este tipo de rede tem um nó central comum a todos os nós secundários, o qual é responsável por estabelecer a comunicação entre duas estações mediante uma requisição.

Normalmente, o nó central exerce as funções de concentrador, comutador e pode incorporar também funções de conversor de protocolos e de catalisador de velocidades de transmissão entre os nós transmissor e receptor[Soares1997].

O nó (nodo) central é muito exigido, conseqüentemente requerendo um hardware poderoso; se houver algum problema neste, nenhuma estação conseguirá comunicação com outra. Também a expansão da rede fica limitada à do *hardware* do nó central.

Atualmente, a topologia em estrela é utilizada através de interconexão de estações a equipamentos hub. Neste caso, diz-se que apenas a topologia física é em estrela. Utiliza ligação ponto-a-ponto.

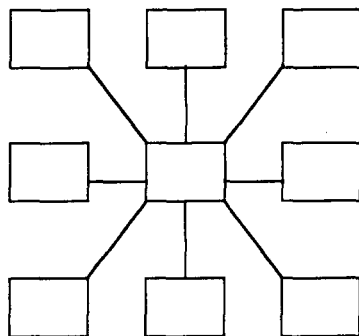


Figura 15 - Topologia de rede em estrela.

A2.2 - Anel

Na topologia em anel, a rede é composta por estações que repetem os dados. Cada estação é ligada a outras duas estações por ligações ponto-a-ponto, formando um *loop* fechado, representado na Figura 16.

Assim, uma estação recebe os dados por uma das ligações e os repete pela outra ligação, sempre na mesma direção.

Nesta topologia, os dados são transmitidos com um cabeçalho que contém alguns controles, entre eles o endereço de destino. Quando a informação passa pela estação destino, esta a copia para si. Normalmente, esta topologia opera unidirecionalmente, que existindo também redes com anéis duplos, oferecendo redundância para o caso de falhas.

As redes mais usadas com esta topologia são a *Token-Ring* e a FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*). Para a rede *Token-Ring*, é especificado o número máximo de 72 estações sobre o cabo UTP e de 250 estações sobre o cabo STP [Stallings1990].

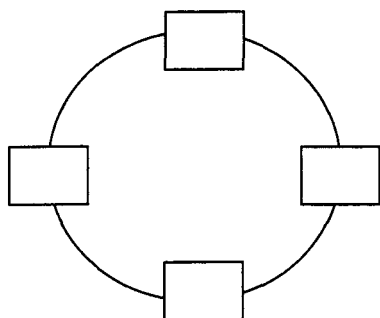


Figura 16 - Topologia de rede em anel.

A2.3 - Barramento

Nesta topologia, quando uma estação envia dados no meio de transmissão, todas as outras a ouvem, pois o meio de transmissão permite a difusão da transmissão nos dois sentidos, como se pode observar na Figura 17. O tipo de ligação utilizada é o multiponto.

Este tipo de topologia requer algum tipo de controle de acesso ao meio de transmissão (*MAC - Medium Access Control*) que determina regras para o acesso ao meio. Este controle de acesso ao meio é normalmente o CSMA/CD (*Carrier Sence Multiple Access/Collision Detection*), empregado em toda a família de redes *Ethernet*.

Em redes em barramento como a *Ethernet*, usando cabo coaxial grosso, podem-se ter segmentos de até 500 metros, com até 100 nós por segmento. Pode-se aumentar o tamanho desta rede com até 4 repetidores, alcançando o limite de 2500 metros. Com cabos coaxiais finos, podem-se ter segmentos de até 185 metros, pois a distância mínima entre os nós é de 50 metros e com até 4 repetidores se alcançam 925 metros. Já com cabo UTP, ou fibra ótica, as estações de trabalho são ligados a *hubs* que por sua vez implementam internamente uma rede em barramento. O limite de estações é o do *hardware (hub)*, e a distância máxima, do *hub* à estação, é de 100 metros para UTP e de 500 metros para fibra ótica.

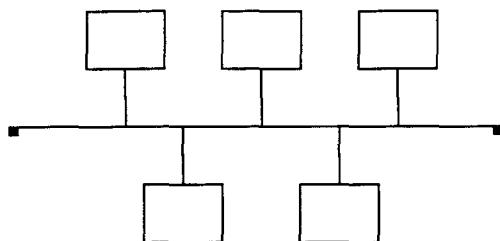


Figura 17 - Topologia de rede em barramento.

A2.4 - Árvore

A topologia em árvore é uma generalização da topologia em barramento, como se pode ver na Figura 18. O meio de transmissão é um galho com um loop não fechado.

Portanto, também é multiponto da mesma forma que a topologia em barramento, com o meio de acesso compartilhado e controle de acesso ao meio.

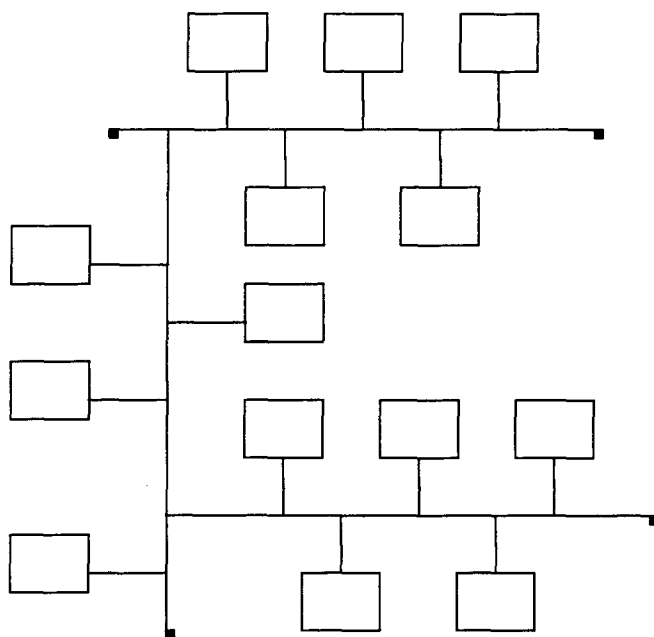


Figura 18 - Topologia de rede em árvore.

A2.5 - Malha (Distribuída ou Irregular)

Como se pode ver na Figura 19, esta topologia é assim chamada sua forma irregular, formando uma malha; observam-se aqui as características das topologias em barramento e árvore. É usada para redes de longa distância (WAN) e é constituída de nós ligados entre si com ligações ponto-a-ponto. Requer o uso de roteadores para determinar a melhor rota.

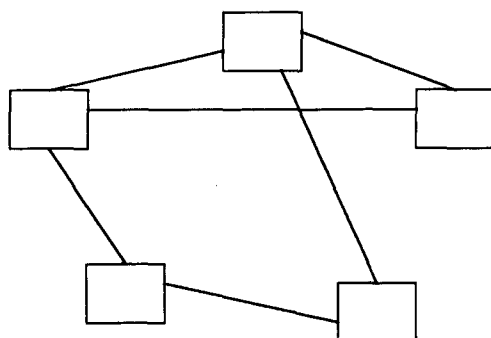


Figura 19 - Topologia de rede malha ou distribuída.

A2.6 - Topologias físicas X Topologias lógicas

Podemos diferenciar dois tipos de topologias: uma topologia lógica, a que é observada sob o ponto de vista das interfaces das estações com a rede (que inclui o método de acesso), e uma topologia física, que diz respeito ao *layout* físico, utilizada na instalação da rede.

Um método de acesso é uma disciplina utilizada para coordenar a utilização do meio de transmissão compartilhado entre as várias estações interligadas.

Dentre os métodos de acesso existentes, destacam-se o CSMA/CD (utilizado em redes com topologia em barramento) e o *TOKEN PASSING*, utilizado tanto em topologia em barramento (*TOKEN-BUS*), quanto em redes com topologia em anel (*TOKEN-RING*). Estes métodos de acesso foram padronizados pelo IEEE (*Institute of Electrical and Eletronics Engineers*): 802.3 (CSMA/CD), 802.4 (*TOKEN-BUS*), 802.5 (*TOKEN-RING*).

A topologia de rede irá determinar, em parte, o método de acesso utilizado. Assim, costuma-se associar os métodos de acessos às topologias utilizadas. As instalações físicas têm sofrido uma forte tendência na direção de *hubs* (é descrito com mais detalhes no capítulo seguinte), o que fisicamente corresponde à implantação em estrela. Esta tendência é explicada, basicamente, pela crescente necessidade de melhorar o gerenciamento e a manutenção nessas instalações. O maior problema da topologia em estrela, como já foi visto, é sua baixa confiabilidade, dada a presença de um elemento central no qual as falhas provocam a parada total do sistema. Porém, os avanços da eletrônica já permitem, hoje, a construção de equipamentos de alta confiabilidade, viabilizando este tipo de topologia.

A utilização de *hubs*, no entanto, não exige, necessariamente, que as interfaces das estações com a rede a percebam como uma topologia estrela. Do ponto de vista da interface das estações com a rede, o funcionamento continua a ser como no acesso a um barramento ou a um anel, com os seus respectivos controles de acesso ao meio. A implementação física, interna dos *hubs*, pode ser qualquer uma desde que essa interface seja preservada[SOA95].

Um outro exemplo da distinção entre a topologia lógica e a topologia física é o método de acesso *TOKEN-BUS*, onde, fisicamente, se tem uma topologia em barramento, mas, logicamente, através da técnica de passagem de ficha, tem-se uma topologia em anel, como pode ser observado na Figura 20.

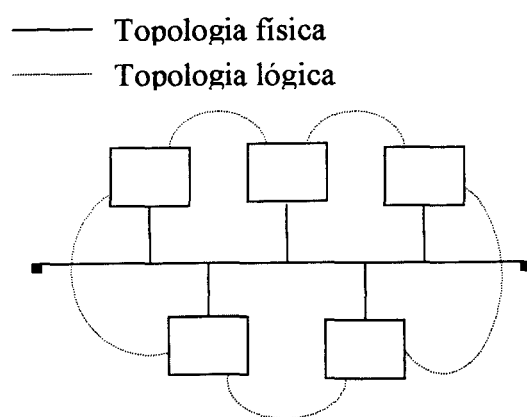


Figura 20 - Topologia de rede *token-bus*.

Anexo 3 - Meios de transmissão

Os meios de transmissão diferem com relação à banda passante, ao potencial para conexão ponto a ponto ou multiponto, à limitação geográfica devido à atenuação característica do meio, imunidade a ruído, ao custo, à disponibilidade de componentes e à confiabilidade.

A escolha do meio de transmissão adequado é extremamente importante, não só pelos motivos mencionados, mas também pelo fato de influir diretamente no custo das interfaces com a rede.

Qualquer meio físico capaz de transportar informações eletromagnéticas é passível de ser usado em redes de computadores. Os mais comumente utilizados são o par trançado, o cabo coaxial e a fibra ótica. Sob condições especiais, radiodifusão, infravermelho, enlaces de satélite e microondas são escolhas possíveis.

A3.1 - Par trançado

Como o próprio nome diz, este é constituído de um ou mais pares de fios trançados. São feitos assim para reduzir o ruído e manter as propriedades elétricas do meio em todo seu comprimento.

É um meio barato. Pode transmitir, a uma velocidade de até alguns Mbps (Mega bits por segundo), tanto sinais analógicos quanto sinais digitais. A desvantagem do par trançado é sua susceptibilidade a interferência e ruído, incluindo *crosstalk* de fiação adjacente (uma interferência de uma transmissão em uma fiação próxima). Esta desvantagem pode ser minimizada com a blindagem do par trançado, o par trançado blindado (*Shielded Twisted Pair* - STP)[SOA95]. Em redes que usam este tipo de cabo, o comprimento máximo de um segmento não deve ser superior a 100 metros [Artola1996].

Com o aumento das taxas de transmissão, a qualidade dos cabos de par trançado foi melhorando. Foi então criada uma classificação de acordo com a qualidade dos cabos de par trançado não blindados (*Unshielded Twisted Pair* - UTP), que leva em consideração as capacidades de utilização e aplicação, como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 - Categorias de fiação de par trançado não blindado

Categoria 1	Basicamente é utilizada em sistemas de telefonia.
Categoria 2	Corresponde ao cabo UTP tipo 3 definido pela IBM. Utilizada em sistemas com baixa velocidade de transmissão.
Categoria 3	Cabos e hardware com características de transmissão de até 16 Mbps. Utilização típica em taxas de até 10 Mbps.
Categoria 4	Cabos e hardware com características de transmissão de até 20 Mbps. Utilização típica em taxas de até 16 Mbps.
Categoria 5	Cabos e hardware com características de transmissão de até 100 Mbps. Utilização típica em taxas de até 100 Mbps.

Normalmente para cabo de par trançado se utiliza conector tipo RJ45, que pode ser visualizado na Figura 21. A ligação dos nós a este cabo é extremamente simples, portanto também de baixo custo.

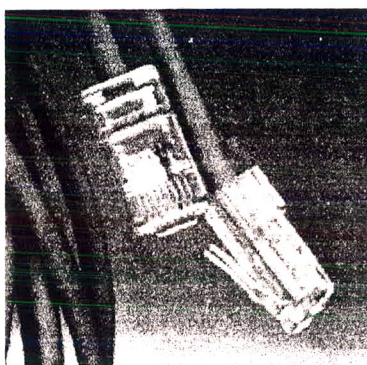


Figura 21 - Conector RJ45.

A3.2 - Cabo coaxial

O cabo coaxial é constituído de um fio central de cobre, envolvido por um material isolante de plástico, que por sua vez é envolvido por um outro condutor em forma de uma malha, que é coberta por uma capa isolante. Existe uma série de cabos coaxiais com características diferentes.

Os cabos coaxiais, ao contrário do par trançado, mantêm uma capacitância constante e baixa, teoricamente independente do comprimento do cabo. Assim sendo, este tipo de cabo permite suportar taxas de transmissão da ordem de Mbps sem necessidade de regeneração do sinal e sem distorções ou ecos. Tem suscetibilidade a ruído *crosstalk* bem menor, e uma fuga eletromagnética mais baixa.[SOA95]

O custo do cabo coaxial é mais caro do que o do par trançado e o custo das interfaces também.

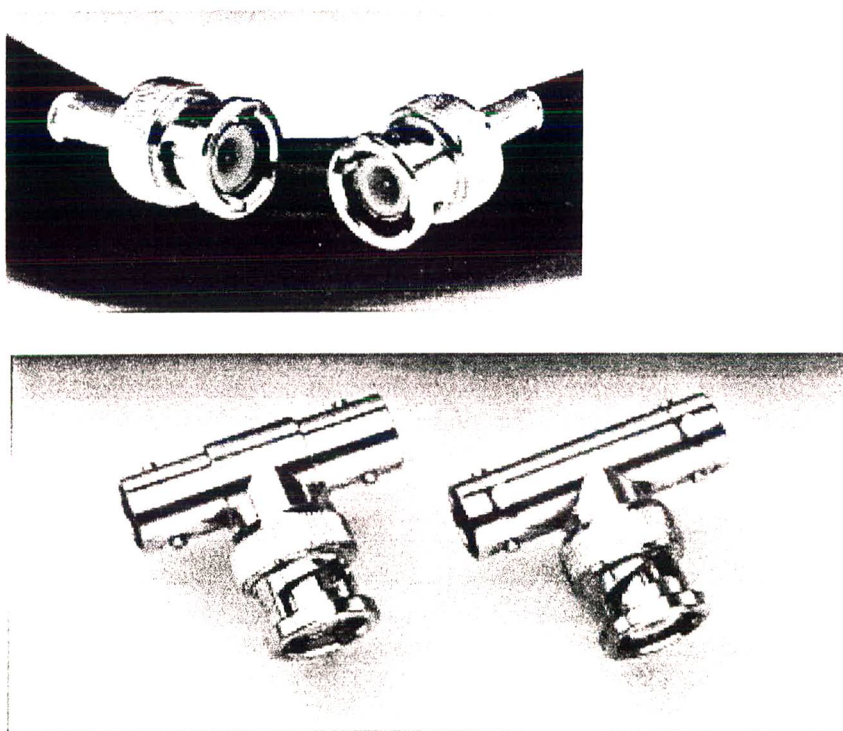


Figura 22 - Conectores BNC e “T”.

São dois os tipos de cabos coaxiais mais utilizados: os cabos coaxiais finos e os cabos coaxiais grossos. Os cabos coaxiais grossos são menos utilizados porque não são tão

maleáveis; conseqüentemente, de difícil instalação e manuseio. São cabos com impedância de 75 ohms. Ideais para banda larga e muito utilizados em TV a cabo (padrão CATV - *Community Antenna Television*).[SOA95]

Segundo Artola [Artola1996], redes com cabo coaxial fino não devem ter segmentos maiores que 185 metros e 30 estações. Em redes com cabos coaxial grosso o segmento não deve ser superior a 500 metros e ter mais que 100 estações.

Já os cabos coaxiais finos são utilizados na grande maioria das redes locais. Têm impedância de 50 ohms e o conector utilizado é o BNC e ha necessidade do uso de "T" e de terminadores. Estes podem ser vistos na Figura 22. É importante usar conectores em conformidade com o padrão UG-274, pois são de melhor qualidade.

A3.3 - Fibra ótica

A fibra ótica é composta por um filamento de sílica ou plástico (por onde é transmitida a luz), envolta por um outro material de menor refração, que faz com que os raios de luz sejam refletidos internamente, fazendo, assim, a propagação. Existem três tipos de fibras óticas: multimodo degrau, multimodo com índice gradual e mono modo.

A fibra multimodo degrau é a mais simples e foi a primeira a ser produzida. A transmissão por ela é feita pelo envio de um raio de luz que vai sendo refletido, desordenadamente, até o destino. Podem-se fazer várias transmissões mudando-se o ângulo de refração. Pelo fato de ter ângulos de refração diferentes e desordenados, um raio pode fazer um caminho maior que outro implicando o tempo de chegada ao destino.[SOA95]

Na fibra multimodo com índice gradual, ao contrário da fibra multimodo degrau, o índice de refração do núcleo para a casca diminui de forma contínua e ordenada, de modo que não há problemas quanto ao tempo de chegada ao destino.[SOA95]

A fibra ótica monomodo é uma fibra de menor diâmetro, de modo que apenas um feixe de luz pode ser transmitido em um dado momento.[SOA95]

As fibras óticas são imunes a interferência eletromagnética, a ruídos e a *crosstalk*. Também são mais finas, leves e transmitem a uma distância maior sem necessidade de repetidores do que os meios de transmissão anteriormente citados. Por estar imune às

interferências, torna-se um meio de transmissão mais seguro, permitindo uso de técnicas que aumentam a velocidade de comunicação. Como problemas pode-se citar a delicada tarefa de se fazer junção de fibras, principalmente em ligações multiponto, pois dobras na fibra com ângulo muito acentuado podem provocar a não propagação da luz e o custo das interfaces ainda muito elevadas.[SOA95]

A3.4 - Cabeamento estruturado (EIA/TIA-568)

Como a organização do projeto de cabeamento é de uma certa complexidade em função da variedade de cabos existentes e dos *layouts* pelas diferentes redes, a EIA (*Electronic Industry Association*) publicou em 1991 uma norma que especifica como deve ser o *layout* da infra-estrutura de telecomunicações em instalações prediais, a EIA/TIA-568: *Commercial Building Telecommunications Wiring Standard*. Esta norma apresenta um conjunto básico de configurações para os tipos de instalações mais comuns, também chamado de Cabeamento Estruturado[EIA/TIA 91].

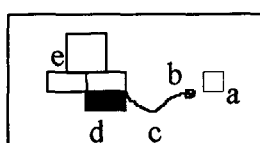
Este padrão define a utilização de concentradores localizados na sala de equipamentos e nos armários de telecomunicações, opções para tipos de cabos, conectores, distâncias, tomadas, etc. É, também, completamente independente da topologia lógica, levando somente em consideração aspectos físicos das linhas de transmissão. Assim, este padrão permite o planejamento e a instalação do cabeamento sem que seja necessário definir com exatidão os produtos que serão instalados. Porém, os métodos de acesso também influirão em determinados aspectos físicos da topologia, como, por exemplo, distância máxima em segmentos de cabo e quantas vezes o sinal pode ser repetido.[SOA95]

O padrão EIA/TIA-568 divide o cabeamento em cabeamento horizontal e cabeamento do "*backbone*" (espinha dorsal).

O cabeamento horizontal, demonstrado na Figura 23, é a parte que liga as tomadas de telecomunicações (*telecommunication outlets*) nas áreas de trabalho aos armários de telecomunicações (*telecommunication closets*).

O armário de telecomunicações é um local no edifício destinado exclusivamente às conexões do cabeamento, tanto horizontal como "*backbone*" às assim como, fontes de energia, ao aterramento e demais correlatos ao cabeamento.

- 1 - Entrada do prédio
- 2 - Sala de equipamentos
- 3 - Cabeamento tronco "*Backbone*"
- 4 - Armário de telecomunicações
- 5 - Cabeamento Horizontal
- 6 - Área de trabalho "*Work-flow*"



- a) Tomada RJ-45
- b) Conector RJ-45
- c) "*Adapter cable*"
- d) Placa micro
- e) Microcomputador

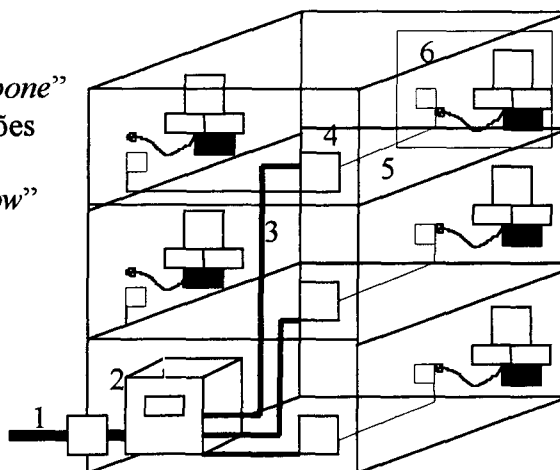


Figura 23 - Cabeamento estruturado.

O padrão determina que a topologia física seja em estrela, ligando todas as tomadas de telecomunicações ao armário de telecomunicação que, por sua vez, está ligado ao "*backbone*". O comprimento máximo do cabeamento horizontal é de 90 metros. O padrão normatiza 4 (quatro) tipos de cabos para uso no cabeamento horizontal:

- 1 - cabo com quatro pares de fios UTP de 100 ohms;
- 2 - cabo com dois pares de fios STP de 150 ohms;
- 3 - cabo coaxial de 50 ohms;
- 4 - cabo de fibra ótica multimodo 62,5/125 μm .

O padrão diz ainda que cada estação de trabalho deve ter duas tomadas de comunicação. Uma tomada com quatro pares de fios UTP de 100 ohms. A outra tomada pode ser ligada a outro conjunto de quatro pares de fios UTP de 100 ohms, ou a dois pares de fios

STP de 150 ohms, ou a um cabo coaxial de 50 ohms. Quando for necessário, pode ser instalada uma tomada adicional ligada a um cabo de fibra ótica[SOA95].

A densidade de tomadas considerada adequada é de uma tomada, com dois acessos (dados e voz) para cada área de 10 m². As áreas de recepção, centrais de controle e atendimento em geral demandam uma densidade maior de tomadas que deve ser avaliada caso a caso. Uma tomada deve estar a uma distância mínima de 30 cm de qualquer tomada elétrica e, se possível, na mesma altura que essas[Carvalho1995].

Uma tomada nunca deve ser compartilhada com conectores de comunicação e interruptores de energia elétrica, o que se aplica ao próprio sistema de distribuição de cabeamento, que também deve ficar a uma distância mínima de 120 mm de lâmpadas fluorescentes.

O cabeamento do "*backbone*" é constituído por um meio de transmissão, os conectores de cruzamento (*cross-connects*), tanto os intermediários como os principais, e as terminações mecânicas. O *backbone* interliga os armários de telecomunicações, as salas de equipamentos e as instalações de entrada dentro do edifício. Conseqüentemente, é utilizado também para interligar edifícios, pois quando isto é feito a ligação é realizada através da instalação de entrada do edifício.

É composto também de uma sala de equipamentos que, por sua vez, tem a mesma função do armário de telecomunicação, só que em dimensões maiores para suportar equipamentos maiores e mais complexos. A instalação de entrada do edifício é o ponto de entrada do cabeamento externo em um edifício.

A topologia adotada também é em estrela, admitindo até dois níveis de hierarquia. Os armários de telecomunicação são ligados a um conector de cruzamento secundário, por sua vez ligado a um conector de cruzamento principal. O armário de telecomunicação também pode ser ligado diretamente a um conector de cruzamento principal[SOA95].

O padrão ainda define como adaptar sistemas cuja a configuração é em anel ou em barramento para a topologia em estrela. Também define as características físicas e os requisitos de transmissão de cada um dos cabos reconhecidos, além de especificações físicas e mecânicas dos conectores.

O padrão normatiza 4 tipos de cabos para uso no cabeamento "*backbone*":

- 1 - cabo *backbone* multipar UTP de 100 ohms;
- 2 - cabo *backbone* STP de 150 ohms;
- 3 - cabo coaxial de 50 ohms;
- 4 - cabo de fibra ótica 62,5/125 μm .

A Figura 24 apresenta a distância máxima, padronizada nesta norma, entre os armários de telecomunicações e os conectores de cruzamento principal e intermediário conforme o tipo de cabo.

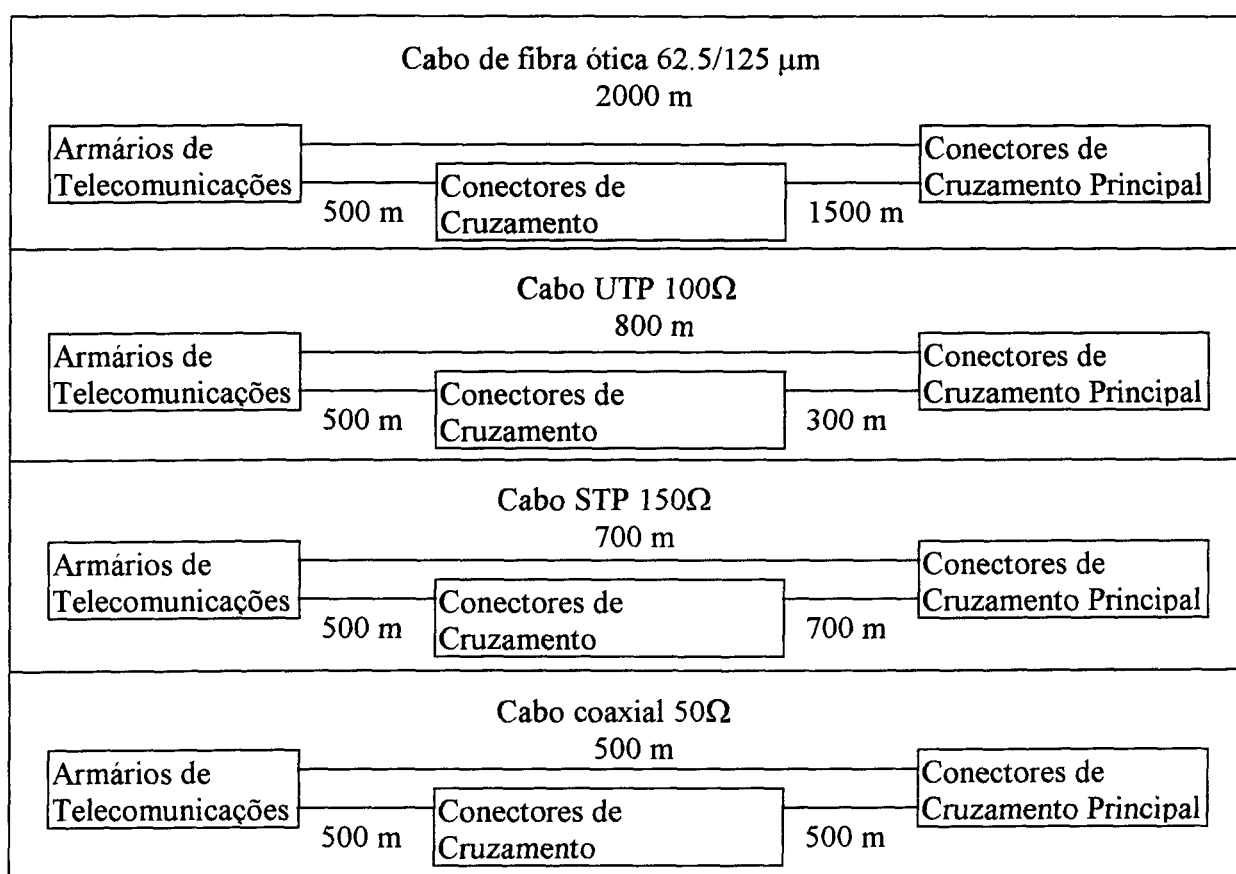


Figura 24 - Distâncias máximas padronizadas na EIA/TIA-568.

Anexo 4 - *Software* de interconexão

A especificação de um *software* de comunicação deve prever diversos aspectos referentes aos serviços oferecidos. Uma simples transferência de arquivos de uma máquina para outra envolve diversas etapas.

Para diminuir esta complexidade, o *software* de comunicação é dividido em "camadas", onde cada camada executa um conjunto de funções, como se pode ver na Figura 25. O modelo de referência normalmente utilizado para as camadas é o modelo OSI da ISO que foi representado na Tabela 5.

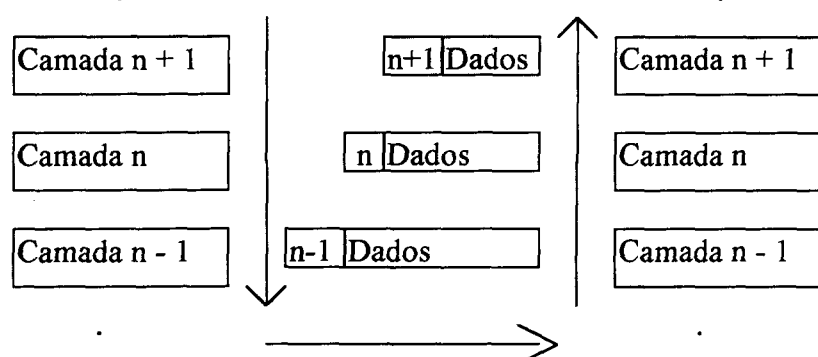


Figura 25 - Representação genérica das camadas de um *software* de rede.

Tabela 5 - Camadas OSI

Nº	Nome camada	Funções
7	Aplicação	Controle de associação, transferência confiável, controle de operações remotas, controle de concorrência e atomicidade de operações
6	Apresentação	Representação dos dados
5	Sessão	Gerência de sessões remotas(abertura, fechamento, controle de diálogo)
4	Transporte	Comunicação fim-a-fim entre processos, fragmentação e remontagem das mensagens, controle de fluxo
3	Rede	Roteamento, controle de erros, endereçamento fim-a-fim
2	Enlace	Deteção de erros, controle de fluxo, reconhecimento
1	Físico	Características da transmissão

O modelo OSI, por ter sido elaborado por uma organização legalmente constituída para tal e representada por muitos países, é considerado padrão de jure. Isso, por um lado, lhe confere uma grande representatividade, mas, por outro, aumenta o tempo de desenvolvimento.

Já a arquitetura Internet, com protocolos mais simples, conseqüentemente mais fácil de implementar, e há mais de 25 anos em uso, criando cultura, é muito mais utilizada. Foi a primeira implementação de interconexão entre sistemas abertos. Justamente pelos itens citados, tornou-se padrão de fato.

Existe uma classe de sistemas operacionais chamada de sistema operacional de rede (NOS - *Network Operational System*). Porém, existe uma distinção importante entre esses NOS: alguns são efetivamente sistemas operacionais nativos, enquanto outros são desenvolvidos considerando um sistema operacional hospedeiro.

Exemplos de sistemas operacionais nativos mais utilizados são: Netware, Lantastic e VirtuOS. Quanto aos NOSs baseados em um hospedeiro, os principais são: Windows for Workgroups, baseado em DOS e o Lan Manager para OS/2. A maioria dos sistemas operacionais Unix disponibiliza funções de rede.

Além dos sistemas operacionais comerciais, existem também implementações de domínio público de NOSes, como o KA9Q e o Linux, que é um Unix para microcomputadores compatíveis com IBM PC AT.

A4.1 - Modelo de referência OSI

A ISO (*International Organization for Standardization*) foi criada em 1946, com o intuito de elaborar padrões internacionais. Possui representação em 89 países e o representante brasileiro é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O RM-OSI (Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos) foi elaborado com o objetivo de fornecer uma base comum para desenvolvimento coordenado de padrões para interconexão de sistemas. É constituído por sete camadas: camada física, camada de enlace, camada de rede, camada de transporte, camada de sessão, camada de apresentação e camada de aplicação.

A camada física é responsável pelas características mecânicas, elétricas e funcionais. As características mecânicas são tipo, formato e quantidades de pinos do conector, além da atribuição de função a esses pinos. As características elétricas são sinalizar 0's e 1's, assim como tempo de sinalização. As características funcionais são ativação, desativação e manutenção de uma conexão, assim como a comunicação pode ter *half-duplex* ou *full-duplex*. Esta camada tem como função enviar os bits, não se preocupando com significado, como são agrupados e também com tratamento de erros.

A camada de enlace, por sua vez, tem como objetivo detectar e, opcionalmente, corrigir erros ocorridos no nível físico, além de evitar que o transmissor envie mais dados do que o receptor possa receber. Para resolver esses problemas, os bits a serem transmitidos são organizados em quadros e em cada quadro são inseridos alguns bits de controle. Também é implementado um mecanismo de controle de fluxo para evitar que o transmissor envie mais dados que o receptor possa consumir.

O objetivo da camada de rede é servir à camada de transporte com chaveamento e roteamento de pacotes (unidade de dados nesta camada), associado ao estabelecimento e à operação de uma conexão de rede. Em redes ponto-a-ponto e redes locais, a camada de rede basicamente controla o congestionamento, pois o roteamento praticamente se resume a ligações entre redes. Existem duas filosofias para o fornecimento de serviços nesta camada: datagrama e circuito virtual. O serviço baseado em datagrama não é orientado à conexão, já que os pacotes são enviados sem uma correlação entre eles. Os pacotes são roteados um a um. Já o circuito virtual é orientado a conexão. Neste caso, o roteamento é efetuado em tempo de estabelecimento de conexão. A cada estabelecimento de circuito é dado um número que identifica o caminho por onde todos os outros pacotes da mesma conexão passarão. Neste método os pacotes são dependentes uns dos outros (sequenciados).

A camada de transporte é encarregada de entregar os pacotes ao destino correto, garantir a entrega dos pacotes e na seqüência certa. A camada de transporte é responsável pela comunicação fim a fim, ou seja, a entidade de transporte origem com a entidade de transporte destino. Nas camadas anteriores a comunicação se dava entre máquinas vizinhas (adjacentes). As funções mais importantes desta camada são: multiplexação e "*splitting*" da conexão de rede, controle de fluxo, detecção e recuperação de erros fim a fim, controle de seqüência fim a fim e segmentação e blocagem de mensagens, entre outras. A multiplexação consiste em unir

várias conexões de transporte em uma conexão de rede e o "*splitting*" consiste em distribuir os dados de uma conexão de transporte em mais de uma conexão de rede.

À camada de sessão cabe estruturar os circuitos oferecidos pela camada de transporte, tendo como principais serviços o gerenciamento de *token* (ficha), o controle de diálogo e o gerenciamento de atividades.

O gerenciamento de *token* é usado, por exemplo, quando uma aplicação usa comunicação *half-duplex* em um circuito *full-duplex*. Este serviço oferece, ainda, mecanismos para gerenciar a posse e passagem do *token*.

O controle de diálogo existe porque um diálogo pode começar e terminar na mesma conexão de transporte, mas, apesar de a camada de transporte oferecer um serviço confiável, a rede pode parar de funcionar, interrompendo o diálogo e este só terminar em outra conexão de transporte. Para que isto aconteça, a camada de sessão usa o conceito de ponto de sincronização, que consiste em inserir durante a transmissão, uma marca lógica de tempos em tempos sendo, esta confirmada. Em caso de queda da rede, no retorno volta a transmitir a partir do último ponto de sincronização.

A camada de apresentação tem a função de transformar os dados antes de entregá-los à camada de sessão. Esta transformação pode ser de compressão dos dados, criptografia ou conversão de padrões. Os serviços oferecidos são: transformação dos dados, formatação dos dados, estabelecimento e manutenção da conexão de apresentação.

A camada de aplicação oferece meios para as aplicações utilizarem o ambiente de comunicação OSI. Para isso, oferece funções de gerenciamento e mecanismos genéricos que servem de suporte à construção de aplicações distribuídas. A camada de aplicação oferece elementos de serviços genéricos como o ACSE (*Association Control Service Element*), o ROSE (*Remote Operations Service Element*) e o RTSE (*Reliable Transfer Service Element*). Também oferece elementos de serviços específicos como o FTAM (*File Transfer, Access and Management* - para transferência de arquivos), o DS (*Directory Service*) e o MHS (*Message Handling System* - para correio eletrônico).

A denominação OSI (*Open Systems Interconnection*) qualifica padrões para intercâmbio de informações entre sistemas. O modelo OSI define as sete camadas, mas não serviços e protocolos. Estes são definidos por outros subcomitês ligados ao mesmo comitê.

Para que dois sistemas consigam de fato o intercâmbio de informações, é necessário que ambos tenham serviços e protocolos compatíveis entre si. Com o objetivo de definir grupos com opções de serviços e protocolos compatíveis, a ISO definiu o conceito de grupos funcionais.

Se dois sistemas seguem o mesmo perfil funcional, é garantida a comunicação entre eles, pois os serviços e protocolos são compatíveis. Alguns exemplos de perfis funcionais são o MAP (*Manufacturing Automation Protocols*), encabeçado pela General Motors, voltado para uso em fábricas, o TOP (*Technical and Office Protocols*), liderado pela Boeing e indicado para uso em escritórios, o GOSIP, padrões adotados pelos órgãos do governo americano e o POSIG, padrões adotados pelo governo brasileiro.

A4.2 - Arquitetura Internet

No ano de 1969, no auge da guerra fria, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos, buscando uma forma de compartilhar, distribuir e manter seguros os dados de vital importância, começou a construir a Arpanet, precursora da Internet. As universidades começaram a se ligar nesta rede e em outras que surgiram. O objetivo das universidades era trocar informações, compartilhar recursos (algumas universidades tinham supercomputadores também usados em projetos de outras universidades). Nesta mesma década, o uso comercial da Internet provocou um crescimento explosivo que ainda acontece, ao ponto de hoje a rede possuir cerca de 35 milhões de usuários, 350 mil servidores de informações em aproximadamente 45 mil redes interligadas, segundo dados da revista Byte [Byte95].

Camada de Aplicação (FTP, Telnet, WWW,...)
Camada de Transporte (TCP,UDP)
Camada Inter-rede (IP)
Camada Interface de Rede

Figura 26 - Pilha das camadas da arquitetura Internet.

Com uma arquitetura mais simples que a do OSI, como pode ser visto na Figura 26, os protocolos mais famosos são a dobradinha TCP e IP. O IP (*Internet Protocol*) desempenha as funções da camada 3 (rede) do modelo OSI. Oferece serviço de datagrama não-confiável e não orientado à conexão. Já o TCP (*Transmission Control Protocol*) é orientado à conexão garantindo a confiabilidade da rede e é equivalente à camada 4 (transporte). Outro protocolo de transporte é o UDP (*User Datagram Protocol*); é muito menos usado por ser este não orientado à conexão e não-confiável. É basicamente uma extensão do IP.

Na camada de aplicação da arquitetura Internet são oferecidos vários serviços/protocolos. Podem-se citar como principais:

- DNS (*Domain Name System*): é um serviço de gerenciamento hierárquico e distribuído. O DNS define a sintaxe dos nomes usados na Internet, as regras para delegação de autoridades na definição de nomes, um banco de dados distribuído que associa nomes a atributos (entre eles o endereço IP) e um algoritmo distribuído para mapear nomes em endereços. O DNS é, em particular, importante para o correio eletrônico. Neste banco de dados podem-se definir também lista de serviços oferecidos por máquina, tipo de máquina, aliás (apelido), informações sobre usuário, lista de distribuição e outros objetos.

- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*): protocolo utilizado pelo e-mail (correio eletrônico) na Internet. Trabalha com spool para recepção e transmissão de mensagens, disponibilizando ao usuário de e-mail uma caixa postal. O formato de endereços e-mail é nome-usuário@nome-domínio, por exemplo zarbato@inf.ufsc.br. Nome-usuário identifica a caixa postal do destinatário, e nome-domínio identifica o DNS ao qual a máquina de destino pertence. Há também uma extensão deste protocolo chamado MIME (*Multipurpose Internet Mail Extension*) para disponibilizar imagens, som, vídeo.

- FTP (*File Transfer Protocol*): permite que se transfiram, renomeiem ou removam arquivos de uma máquina remota. A transferência só é possível no arquivo inteiro. Também permite criar, remover e modificar diretórios. Ao estabelecimento da conexão é solicitado "login" e senha, e só após verificada a devida permissão de acesso é possível realizar as operações. O FTP tem dois tipos de transferência: modo binário e modo texto. No modo texto, os arquivos são vistos como uma cadeia de caracteres ASCII ou EBCDIC. Já no modo binário, os arquivos são tratados como uma sequência de bytes, sendo transferidos sem nenhum tipo de conversão.

- Telnet: possibilita a emulação de um terminal de qualquer máquina servidora da rede. Para se ter o terminal, se virtual invoca o comando "telnet" com o endereço no qual se deseja ser um terminal. Esse endereço pode ser o endereço IP da máquina ou o nome (DNS - *Domain Name System*). Em uma conexão Telnet ambas as extremidades assumem que estão ligadas a um NTV (*Network Terminal Virtual*), que é um dispositivo lógico independente de padronização de terminal.

- SMNP (*Simple Management Network Protocol*): é o protocolo usado para gerenciamento da rede. Baseia-se no paradigma gerente/agente e define base de dados com informações para o gerenciamento (MIB - *Management Information Database*) onde estão definidos os objetos gerenciáveis (MO - *Management Object*). Um objeto gerenciável pode ser um roteador, uma ponte, um modem ou um nó da rede. O gerente manda requisições para os agentes, que por sua vez executam a operação solicitada. Desta forma, pode-se alterar uma configuração. Os agentes também podem enviar notificações (*traps*) periodicamente ou em situações de falha ou congestionamento da linha para que se tome uma providência.

- NFS (*Network File System*): como o próprio nome diz, trata-se de um sistema de arquivos para rede em que são disponibilizados novos *drives* ou diretórios. Esses "dispositivos virtuais adicionais" são associados a diretórios, fisicamente localizados em outras máquinas da rede. O NFS é implementado em três partes: o próprio NFS, RPC (*Remote Procedure Call*) e XDR (*External Data Representation*). Com o RPC pode-se executar um programa em uma máquina remota, passando-se a chamada com os parâmetros. O XDR provê independência de hardware quanto a tabelas de caracteres, caracteres de fim de linha, etc. O RPC e o XDR podem ser utilizados por outras aplicações.

- WWW (*World Wide Web*): usa o modelo cliente/servidor para permitir a conexão através de interface gráfica. Permite recuperar informações em arquivos contendo dados, som e imagens através de recursos de hipertexto/hipermídia. O protocolo utilizado por esta aplicação é o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) e os hipertextos são escritos em HTML (*HyperText Markup Language*). É a forma mais interativa, mais fácil de pesquisar informações pela Internet.

Os protocolos SLIP (*Serial Line Internet Protocol*) e PPP (*Point-to-Point Protocol*) operam no nível físico, pois o PPP tem algumas funções do nível de enlace. Foram implementados para comunicação através de modem. Com isso, pode-se ter acesso à rede

remotamente, permitindo que seja um nó da rede, isto é, permite a atribuição de um endereço de rede ao nó comunicante. Também servem para a comunicação entre redes, caracterizando-os como protocolos de WAN.

O SLIP foi o primeiro a ser implementado, sendo o precursor do PPP. É um protocolo muito simples; não permite o transporte de múltiplos protocolos. Não é padronizado, podendo uma implementação não conseguir interoperar com outras implementações SLIP.

O PPP foi padronizado pela IETF (*Internet Engineering Task Force*) e conta com endereçamento IP dinâmico, suporte a vários protocolos, senha de login e controle de erro.

A4.3 - Netware

A Novell surgiu em 1982 em Utah (USA), fundada por Ray Noorda, Judith Clarke, Craig Burton e alguns programadores de uma empresa chamada Superset. A Novell sempre teve objetivos de longo prazo e uma estratégia transparente e consistente: vender um sistema operacional com recursos e desempenho de alta qualidade e fazer todo o esforço possível para criar o ambiente necessário para a execução de programas.

A Novell foi pioneira na construção de um sistema operacional de rede baseado em microcomputador IBM PC com real compartilhamento de arquivos. Também foi pioneira com o Netware SFT (*System Fault Tolerant*), com técnicas de "*disk mirroring*" e "*disk duplexing*" (espelhamento do disco ou duplicação em outro disco ou até em outro microcomputador).

O netware foi baseado no Sistema de Rede da Xerox (XNS - *Xerox Network System*) da década de 60.

Provê serviços de arquivos, impressão e mensagem. É baseado na arquitetura cliente/servidor, uma característica dele é fazer que os dispositivos remotos pareçam locais, como no NFS.

Atualmente, o Netware é o sistema operacional de rede mais vendido para microcomputadores compatíveis com IBM PC. Tal sucesso se deve ao pioneirismo de determinadas técnicas já anteriormente citadas, à facilidade de rodar em muitas máquinas como servidor e por oferecer suporte a muitos sistemas operacionais como cliente (DOS, OS/2, Windows NT, Unix, Mac/OS e VMS).

A pilha de protocolos do Netware tem a seguinte composição:

- ODI (*Open Data Link Interface*): Foi desenvolvido em conjunto com a Apple. Desempenha o papel da camada de enlace e é dividido na camada LSL (*Link Support Layer*) e duas interfaces (MLI - *Multiple Link Interface* e MPI - *Multiple Protocol Interface*). Aceita múltiplas pilhas de protocolos e múltiplos *drivers* de placa. Os *drivers* de placa em conformidade com o ODI são denominados MLID (*Multiple Link Interface Driver*).

- IPX (*Internetwork Packet Exchange*): é o protocolo da Novell para o nível de rede. Fornece um serviço de datagrama não-confiável e não orientado para a conexão. O endereço IPX é composto pelo endereço da rede, pelo endereço da estação e pelo endereço de uma porta (*socket*) que identifica o processo. O IPX implementa um esquema de roteamento inter-redes, para que todas as redes devem ser baseadas no IPX, e estas baseado em tabelas de rotas localizadas nos roteadores.

- SPX (*Sequenced Packet Protocol*): é o protocolo no nível de transporte utilizado pelo Netware. Oferece serviços de circuito virtual, mecanismos de controle de erros, de controle de fluxo e seqüenciação.

- NCP (*Netware Core Protocol*): implementa seu próprio mecanismo de controle de conexões usando para isso o serviço de datagrama do IPX. Alguns serviços oferecidos pelo NCP são: estabelecimento de conexões entre clientes e servidores, manipulação de diretórios e arquivos, manipulação de semáforos para sincronizar a utilização concorrente de recursos, modificação de parâmetros de controle de segurança e impressão de dados.

- *Netware Shell*: é um redirecionador que fica sobre o sistema operacional local. Quando um pedido é enviado, ao Netware Shell, ele o envia ao sistema operacional local quando o recurso é local ou o repassa para o servidor quando o recurso é remoto. A versão atual tem o nome “Netware DOS Requester”.

Na Figura 27 pode-se ver uma comparação entre as pilhas de protocolos utilizados na arquitetura Internet e no Netware em relação às camadas do modelo OSI.

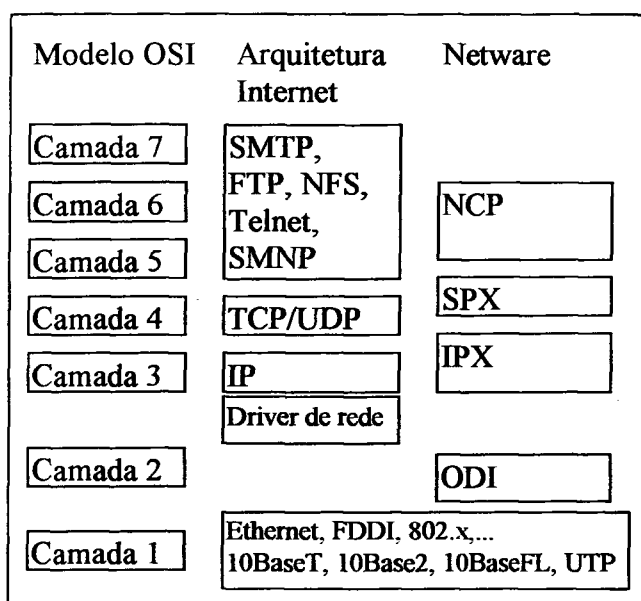


Figura 27 - Comparação entre as pilhas de protocolos Internet e Netware em relação à pilha OSI.

A4.4 - Redes de alta velocidade

Com o grande desenvolvimento da tecnologia digital, os diferentes tipos de informação (texto, áudio, vídeo, etc.) passaram a ser processados de forma integrada, dando origem à multimídia, com isso exigindo redes mais rápidas. A contínua evolução de microcomputadores PC (*Personal Computer*), interfaces gráficas e aplicativos cada vez mais exigente de *hardware* também pressionaram para o aumento de vazão das redes de computadores.

“Tradicionalmente, sistemas de comunicação foram desenvolvidos para o transporte de tipos específicos de informação (o sistema telefônico para o tráfego de voz, as redes de comutação de pacotes para dados textuais, vídeo e televisão em radiodifusão ou a cabo). Essas redes foram claramente projetadas para aplicações específicas adaptando-se mal a outros tipos de serviço. O ideal de uma única rede capaz de atender a todos esses serviços, de forma a obter uma economia devido ao

compartilhamento dos recursos, veio motivar o conceito das redes de serviços integrados”[SOA95].

As características e requisitos de comunicação exigidos pelos diversos tipos de mídias são diferentes. Várias características podem ser consideradas ao classificarmos fontes de tráfego. A natureza do tráfego gerado é uma de suas características mais importantes, dando origem a três classes básicas: a classe de tráfego contínuo com taxa constante (*Constant Bit Rate* - CBR), a classe de tráfego em rajada (*Burst*) e a classe de tráfego contínuo com taxa variável (*Variable Bit Rate* - VBR).

Na classe de tráfego contínuo com taxa constante, o tráfego, como o próprio nome diz, é constante e, por conseguinte, sua taxa média é igual à sua taxa de pico. Exemplos de fontes desse tipo de tráfego são voz e vídeo não comprimido.

As fontes que geram tráfego com características de rajadas apresentam períodos ativos (durante os quais há uma alta geração de informação pela fonte, que opera na sua taxa de pico), intercalados por períodos de inatividade (durante os quais não produzem tráfego algum). Uma fonte típica deste tipo de tráfego é, por exemplo, um terminal orientado a caracter, que aguarda a digitação de algo e então envia, podendo ter uma resposta no sentido inverso.

Por fim, as fontes de tráfego contínuo com taxa variável apresentam variações na taxa de transmissão ao longo do tempo. Como exemplo aqui podemos citar áudio e vídeo comprimidos.

Cada tipo de mídia exige características específicas da rede, como retardo máximo de transferência, variação estatística do retardo, vazão média, taxas aceitáveis de erro de bit e de pacote de dados.

O objetivo do aumento de velocidade em redes com comutação de pacotes é conseguido diminuindo-se ao máximo o processamento nos nós de comutação da rede.

No nível de enlace de redes de comutação de pacotes tradicionais, como as baseadas em X.25, faz-se todo um processamento de controle de erros e fluxo, que envolve o envio de mensagens de reconhecimento e eventual retransmissão de quadros com erro. Além disso, cada nó de comutação processa todos os pacotes até o nível de rede, de forma a tomar as atitudes cabíveis. Mesmo em redes com conexão com circuito virtual, onde todas as decisões

de roteamento são tomadas no momento do estabelecimento da conexão, todos os pacotes são levados até o nível três (do modelo OSI), pois pacotes com informação de sinalização (que só podem ser interpretados nesse nível) circulam pelos mesmos circuitos virtuais que as informações dos usuários. Todos esses procedimentos exigem grande processamento, causando uma diminuição de velocidade nas redes.

As redes de comutação rápida de pacotes utilizam conexões com circuitos virtuais para acelerar o encaminhamento das mensagens. Essas redes, de forma geral, procuram efetuar as simplificações no processamento com a eliminação de reconhecimento e retransmissão de quadros no nível de enlace e utilizam canais virtuais para informação diferente dos canais virtuais de sinalização.

A eliminação do controle de erros e de fluxo nos nós internos da rede significa que essas funções são deixadas para controles fim a fim.

Uma vez estabelecida uma conexão virtual, pacotes de informações podem ser encaminhados pelos nós da rede com o mínimo de processamento no nível 2 e com nenhum processamento no nível 3 (devido ao estabelecimento de rotas no momento da conexão e à presença de circuitos virtuais separados para informação e sinalização).

As técnicas de comutação rápidas de pacotes podem ser baseadas na transferência de unidades de informação de tamanho variável (*frame relay*) ou de tamanho fixo (*cell relay*).

A4.4.1 - ATM (Assynchronous Transfer Mode)

O ATM é uma tecnologia baseada na transmissão de pequenas unidades de transmissão de tamanho fixo e formato padronizado denominadas células. As células são transmitidas através de conexões com circuitos virtuais, baseando-se seu encaminhamento em informação de um cabeçalho contido em cada uma das células. Estas células têm um tamanho de 53 bytes, dos quais 4 são cabeçalhos. Tal tecnologia é capaz de suportar diferentes serviços, para satisfazer os requisitos exigidos pelos diferentes tipos de tráfegos, em altas velocidades.

A Figura 28 ilustra as camadas do Modelo de Referência para Protocolos (*Protocol reference model* – PRM) definido pela recomendação I.321 do ITU-T.

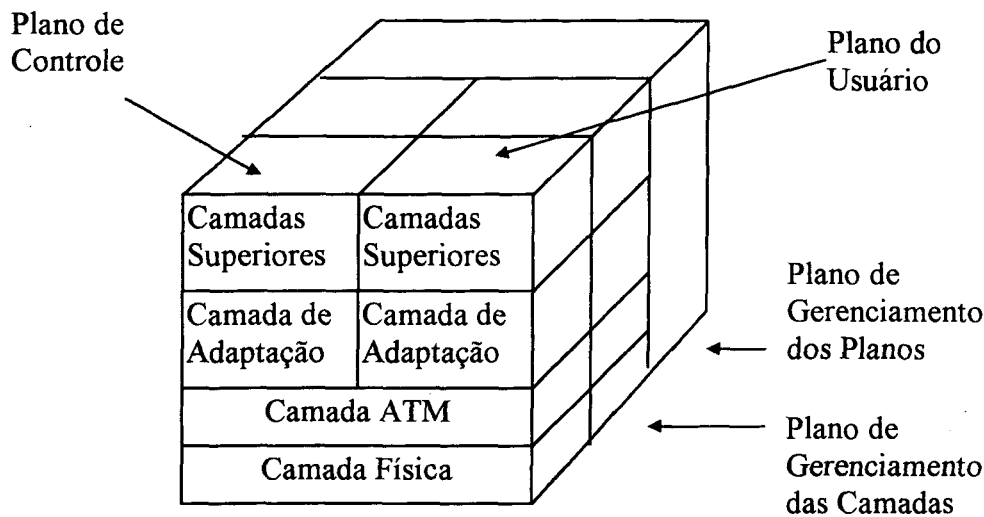


Figura 28 - Modelo de Referência para Protocolos (ATM).

O plano de controle é responsável pelas funções de controle, como a sinalização necessária para ativar, manter e desativar chamadas e conexões.

O gerenciamento dos planos é utilizado para o gerenciamento dos planos do usuário, de controle e do próprio plano de gerenciamento. A estruturação em camadas não é utilizada no plano de gerenciamento de planos.

O gerenciamento das camadas apresenta uma estruturação em camadas que trata dos fluxos de informações de operação e manutenção relativos a cada camada, incluindo o gerenciamento de recursos e parâmetros associados às entidades de protocolos.

O plano de usuário, assim como o plano de controle, é dividido em três camadas: a camada Física, a camada ATM e a camada de Adaptação ATM (*ATM Adaptation Layer - AAL*). A camada física e a de adaptação ainda apresentam uma subdivisão interna, apresentada na Tabela 6. Esta tabela mostra também um resumo das principais funções da cada camada e subcamada. A camada física e a de ATM são comuns ao plano de controle e ao plano de usuário.

A camada física apresenta duas subcamadas: a subcamada de meio físico (*Physical Medium - PM*) e a subcamada de convergência de transmissão (*Transmission Convergence - TC*). A subcamada PM é responsável pela transmissão adequada de bits pelo meio físico,

incluindo alinhamento de bit, sinalização na linha e conversão eletro-ótica. Existem três opções padronizadas pelo ITU-T para a estrutura de transmissão UNI: uma baseada em células, outra baseada na SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) e outra baseada na PDH (*Plesyochronous Digital Hierarchies*). A subcamada TC oferece um conjunto único de serviços único à camada ATM como desacoplamento da taxa de transmissão em relação à taxa de geração de células, geração, inserção e verificação do HEC (*Header Error Check*) e delineamento de células.

Tabela 6 - Camadas dos planos de usuário e de controle e resumo das suas principais funções

Camadas	Subcamadas	Funções
AAL	CS	Convergência
	SAR	Quebra e remontagem
ATM		Controle genérico de fluxo Inserção e remoção de cabeçalho Interpretação de VPI/VCI Mutiplexação/Demultiplexação de células
PHY	TC	Desacoplamento de taxa de células Geração e verificação de HEC Delineamento de células Geração e recuperação de <i>frames</i>
	PM	Transmissão pelo meio físico Conversão eletro-ótica

As funções da camada ATM são especificadas pela recomendação I.150 do ITU-T e incluem mutiplexação e demultiplexação de células, adição e remoção do cabeçalho, chaveamento e encaminhamento de células com base nas informações do cabeçalhos (realizados pelos nós) e controle genérico de fluxo (*Generic Flow Control* - GFC) na UNI.

A camada de adaptação (AAL) utiliza os serviços de transporte de células da camada ATM para oferecer serviços específicos.

Para suportar diferentes requisitos, o ITU-T dividiu as classes de tráfego existentes levando em consideração a sua natureza (VBR ou CBR) e a necessidade ou não de manter a relação temporal da informação no destino. Também definiu os tipos de serviços que a AAL deverá fornecer para dar suporte aos diferentes tipos de tráfego, como podemos ver na Figura 29.

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Tempo na fonte e no destino	Relacionado		Não-relação	
Taxa de geração de bits	Contante (CBR)	Variável (VBR)		
Modo de Conexão	Orientado à conexão			Sem Conexão

Figura 29 - Classes definidas na recomendação I.362 do ITU-T.

Podem-se citar como exemplo de aplicação que necessita do tipo de serviço da classe A áudio e vídeo não comprimidos; para a classe B, áudio e vídeo comprimidos; para a classe C, serviços de rede com conexão (X.25) e classe D, serviços de rede sem conexão (IP).

A AAL é dividida em duas subcamadas: a subcamada de Quebra e Remontagem (*Segmentation and Reassembly* - SAR) e a subcamada de Convergência (*Convergence Sublayer* - CS). A SAR é responsável pela quebra de fluxo de informação em fragmentos, que podem ser acomodados a partir das células recebidas. A CS é responsável, dependendo do tipo de serviço, por efetuar as tarefas de: multiplexação de serviços, detecção de perdas de células e recuperação temporal da informação original no destino.

Existem, atualmente, cinco tipos de AAL:

- AAL 0: esse tipo representa a ausência de funções da camada AAL, representando o fornecimento de serviços da camada ATM.
- AAL 1: efetua os procedimentos necessários para fornecer serviços de classe A.
- AAL 2: efetua os procedimentos necessários para fornecer serviços de classe B. As recomendações para este tipo ainda não foram estabelecidas.

- AAL 3/4: efetua os procedimentos necessários para fornecer serviços de classe C e D. Os tipos AAL 3 e AAL 4 foram combinados durante o processo de definição das normas quando se concluiu que os mesmos procedimentos poderiam ser executados para ambas as classe de serviços.
- AAL 5: efetua os procedimentos necessários para fornecer serviços de classe C e D, porém de forma mais simples que os procedimentos definidos para a AAL 3/4.

Há, também, uma AAL de sinalização (Signalling AAL - SAAL) definida. Essa AAL não é utilizada para serviços de usuário, mas, sim, para suporte a conexões de sinalização entre comutadores ATM ou entre pontos terminais e comutadores ATM.

A4.4.2 - Fast Ethernet

A rede *Fast Ethernet* é uma evolução das redes *Ethernet*. É padronizada através das normas IEEE 802.3u. A rede *Fast Ethernet* incorpora componentes da rede *Ethernet* e da FDDI.

Emprega o controle de acesso ao meio CSMA/CD da rede *Ethernet*. Utiliza o mesmo quadro da *Ethernet*.

A velocidade é de 100 Mbps, ao contrário da *Ethernet*, cuja velocidade é de 10 Mbps. Não tem aplicações multimídia.

O padrão IEEE 802.3u define 100BaseT4 com a utilização de par trançado categoria UTP 3, 4, e 5 (4 pares), com distância máxima de 100 metros entre a estação e o *hub*, 100BaseTX com a utilização de par trançado UTP categoria 3, 4 e 5 (2 pares) ou STP tipo 1 (2 pares) na mesma distância máxima e 100BaseFX para fibra ótica multimodo 62,5/125 μm , a distância máxima é de 400 metros entre a estação e o *hub*.

A4.4.3 - 100VG-AnyLan

As redes 100VG-AnyLan surgiram no mercado como uma tecnologia competitiva com as redes *Fast Ethernet* por operarem à mesma taxa de transmissão e apresentarem um custo similar. Como diferencial, oferecem suporte às aplicações multimídia.

São padronizadas através da norma IEEE 802.12.

Emprega como protocolo MAC o DPP (*Demand Priority Protocol*). Este protocolo baseia-se no procedimento de arbitragem *round-robin* das estações, que tem direito a enviar dados, associado a dois níveis de prioridade. Assim, é possível garantir pequenos atrasos para aplicações críticas de tempo, como vídeo interativo, áudio e multimídia [Albrecht1995].

“Esta rede suporta como meios físicos de transmissão: cabo UTP (100 Ω) categoria 3 e 4 com uma distância máxima de 100 metros entre a estação e o hub; cabo UTP (100 Ω) categoria 4 e 5 (4 ou 2 pares) com uma distância máxima de 150 metros; cabo STP (150 Ω , 2 ou 4 pares) com uma distância de 100 metros; e por último, cabo de fibra ótica multimodo 62,5/125 μ m com distância máxima de 500 metros. Teoricamente, são suportadas até 1024 estações, mas é recomendado que o número de estações não ultrapasse 250”[Carvalho1995].

Os *hubs* 100VG-AnyLan são conectados em cascata, recomenda-se que seja minimizado o número de níveis em cascata com o objetivo de minimizar o tempo em arbitragem das estações que desejam transmitir dados. É especificado, ainda, que não devem existir mais do que sete pontes entre duas estações quaisquer da rede [Carvalho1995].

Bibliografia

- [Albrecht1995] Albrecht, A. R.; Spratt, M. P.; Thaler P. A.; Watson, G. C. A., Demand priority protocol, Hewlett-Packard Journal, v.46, n.4, agosto 95.
- [Artola1996] Artola, Esmilda Sáenz e Liane Margarida Rockenback Tarouco, Um sistema especialista para gerência de pró-ativa remota, Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, p. 124-128, 1996.
- [Carvalho1995] Carvalho, Tereza Cristina Melo de Brito, Metodologia e ferramentas de projeto de redes locais, 1995, Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- [Derfler1994] Derfler, Frank Jr., Tudo sobre cabeamento de redes, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1994.
- [Derfler1996] Derfler, Frank Jr., Guia de Conectividade, Rio de Janeiro, Editora Campus, 3ª Edição, 1996.
- [EIA/TIA91] Eletronic Industries Association / Telecommunications Industry Association, Comercial Builbing Telecommunication Wiring Standard, EIA/TIA Standard 568, Julho de 1991.
- [Etheridge1992] Etheridge, David; Simon, Errol; Information Networks: Planning and Design; Prattice Hall, 1992.
- [Holanda1975] Holanda, Aurélio Buarque de, Novo Dicionário da Língua Portuguesa, Editora Nova Fronteira, 1975.
- [Howitz1991] Horwitz, Rick, Integração de redes locais à rede corporativa, MIS-60-060, 1991
- [Lucca1995] De Lucca, José Eduardo, Arquitetura de Segurança para Redes Aplicada a Sistemas de Gerência, Dissertação de mestrado - CPGCC - UFSC, 1995.
- [Menascé1994] Menascé, Daniel A.; Almeida, Virgílio A. F.; Dowdy, Larry W., Capacity planning and performance modeling: from mainframes to client-server systems, Prentice-Hall Inc., 1994.

- [Owen1994] Owen, Jeffrey. Planejando a rede corporativa da empresa, MIS-60-055, 1994.
- [Rocha1996] Rocha, Marco Antônio; Fernandes, Luis Fernando Nunes; Westphall, Carlos Becker, Gerência pró-ativa de redes de computadores usando técnicas de inteligência artificial, Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, p. 98, 1996.
- [Roswitz1988] Roswitz, Rick. Integração de redes locais a redes corporativas. MIS-60-060, 1991.
- [Soares1990] Soares, Luiz Fernando G., Redes locais, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1990.
- [Soares1997] Soares, Luiz Fernando G., Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às Redes ATM, Rio de Janeiro, Editora Campus, 3ª Edição, 1997.
- [Souza1997] Souza, João Galdino Mello de; Moura, Mário Luiz Jr.; Campos, Fernando Montenegro; Uma Abordagem para gerência de redes geograficamente dispersas, XXIII Conferência Latino-Americana de Informática, 1997.
- [Stallings1990] Stallings, W. , Handbook of computer communications standards, Carmel, Howard W. Sams, 1990.
- [Stringari1995] Stringari, Sérgio. Metodologia para o desenvolvimento do projeto de redes acadêmicas nível 3, 1995.
- [Tarouco1992] Tarouco, Liane Margarida Rockenback, Integração de Redes Acadêmicas: Aplicações e Gerenciamento Cooperantes. Anais do X Simpósio Brasileiro de Redes, 1992 - p. 361-374.
- [Water1997] Waters, Crystal, Web Concepção & Design, Editora Campus, 1997.